

# PROYECTO FIN DE GRADO



DOCUMENTO N°1: MEMORIA

## TÍTULO DEL PROYECTO

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA  
STORAGE AND REGENERATED WATER SUPPLY IN A CORUÑA

## AUTOR DEL PROYECTO

JOSÉ PAJARRÓN PUGA

## TUTOR DEL PROYECTO

GONZALO MOSQUEIRA MARTÍNEZ

## TITULACIÓN

GRADO EN INGENIERÍA DE OBRAS PÚBLICAS  
E.T.S. INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

## FECHA DE REDACCIÓN

SEPTIEMBRE 2020





# ÍNDICE GENERAL DEL PROYECTO

## DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA JUSTIFICATIVA

Anejo nº1 Antecedentes

Anejo nº2 Cartografía y topografía

Anejo nº3 Estudio de demandas

Anejo nº4 Estudio de alternativas

Anejo nº5 Geología

Anejo nº6 Geotecnia

Anejo nº7 Trazado

Anejo nº8 Movimiento de tierras

Anejo nº9 Cálculos hidráulicos

Anejo nº10 Cálculos mecánicos de conducciones

Anejo nº11 Cálculos estructurales

Anejo nº12 Elementos singulares de la red

Anejo nº13 Expropiaciones

Anejo nº14 Servicios afectados

Anejo nº15 Estudio de seguridad y salud

Anejo nº16 Estudio de gestión de residuos

Anejo nº17 Estudio de impacto ambiental

Anejo nº18 Plan de obras

Anejo nº19 Justificación de precios

Anejo nº20 Clasificación del contratista

Anejo nº21 Revisión de precios

Anejo nº22 Reportaje fotográfico

Anejo nº23 Declaración de obra completa

## DOCUMENTO Nº2: PLANOS

## ESCALA

### 1. PLANOS DE INFORMACIÓN

1.1. Situación	S/E
1.2. Implantación general	S/E
1.3. Situación actual	S/E
1.4. Trazado planta general – Distribución de hojas	1:5.000
1.4.1. Hoja 1	1:1.000
1.4.2. Hoja 2	1:1.000
1.4.3. Hoja 3	1:1.000
1.4.4. Hoja 4	1:1.000
1.4.5. Hoja 5	1:1.000
1.4.6. Hoja 6	1:1.000

### 2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZANJA

2.1. Perfil longitudinal sistema en alta	S/E
2.2. Perfil longitudinal red de distribución	S/E
2.3. Replanteo zanja	1:5.000
2.4. Registro de válvulas – Sección tipo 1	1:50
2.5. Registro de válvulas – Sección tipo 2	1:50
2.6. Detalles instalaciones de registro	1:20
2.7. Sección tipo zanjas	1:20

### 3. PLANOS DE ESTRUCTURAS

3.1. Tratamiento terciario	
3.1.1. Geometría del conjunto	
3.1.1.1. Implantación en E.D.A.R. Bens actual	1:2.000
3.1.1.2. Replanteo filtro y cloración	S/E
3.1.1.3. Movimiento de tierras	
3.1.1.3.1. Hoja 1	1:500
3.1.1.3.2. Hoja 2	1:500







## DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

	<u>ESCALA</u>
3.1.1.3.3. Hoja 3	1:500
3.1.1.4. Hidráulica	1:200
3.1.2. <i>Filtro rápido a gravedad</i>	
3.1.2.1. Planos de estructuras	
3.1.2.1.1. Planta de cimentación y estructura	1:100
3.1.2.1.2. Armado losa de cimentación y muros	1:100
3.1.2.2. Geometría	
3.1.2.2.1. Planta y sección	1:100
3.1.3. <i>Tanque de cloración</i>	
3.1.3.1. Planos de estructuras	
3.1.3.1.1. Planta de cimentación	1:200
3.1.3.1.2. Estructura muros	VARIAS
3.1.3.2. Geometría	
3.1.3.2.1. Planta y detalles	1:200
3.2. Depósito principal, caseta de bombeo y cámara de llaves	
3.2.1. <i>Geometría del conjunto</i>	
3.2.1.1. Replanteo depósito y caseta	S/E
3.2.1.2. Movimiento de tierras	
3.2.1.2.1. Hoja 1	1:500
3.2.1.2.2. Hoja 2	1:500
3.2.1.2.3. Hoja 3	1:500
3.2.1.3. Depósito y caseta de bombeo - Urbanización	1:200
3.2.1.4. Sección general	1:100
3.2.2. <i>Depósito</i>	
3.2.2.1. Geometría	
3.2.2.1.1. Planta y sección	1:200
3.2.2.2. Planos de estructuras	
3.2.2.2.1. Planta de cimentación	1:200
3.2.2.2.2. Planta de estructuras	1:200
3.2.2.2.3. Detalles de cimentación y estructura	1:100
3.2.2.3. Detalles constructivos	1:10
3.2.3. <i>Caseta de bombeo y cámara de llaves</i>	
3.2.3.1. Geometría	1:100
3.2.3.2. Planos estructurales	

	<u>ESCALA</u>
3.2.3.2.1. Planta de cimentación	1:100
3.2.3.2.2. Planta y detalles de estructura	1:100
3.2.3.3. Hidráulica	1:50
3.2.3.4. Detalles constructivos	1:10

### DOCUMENTO Nº3: PLIEGO

1. Objetivo y alcance del pliego.
2. Descripción de las obras.
3. Materiales básicos.
4. Equipos electromecánicos.
5. Ejecución de las obras.
6. Medición y abono.
7. Disposiciones del pliego.

### DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO

1. Mediciones auxiliares.
2. Mediciones.
3. Cuadro de precios nº1.
4. Cuadro de precios nº2.
5. Presupuesto.
6. Resumen del presupuesto.





ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**DOCUMENTO Nº1:  
MEMORIA DESCRIPTIVA**

**DOCUMENTO Nº1:  
MEMORIA DESCRIPTIVA**





## ÍNDICE

<b>1. Antecedentes .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Situación.....</b>	<b>1</b>
<b>3. Objeto .....</b>	<b>1</b>
<b>4. Situación actual .....</b>	<b>1</b>
<b>5. Necesidades a satisfacer .....</b>	<b>1</b>
<b>6. Solución adoptada.....</b>	<b>2</b>
<b>7. Geología - geotecnia.....</b>	<b>3</b>
<b>8. Servicios afectados .....</b>	<b>3</b>
<b>9. Estudio de impacto ambiental .....</b>	<b>3</b>
<b>10. Estudio de gestión de residuos.....</b>	<b>4</b>
<b>11. Estudio de seguridad y salud .....</b>	<b>4</b>
<b>12. Plan de obra .....</b>	<b>4</b>
<b>13. Plazo de ejecución y garantía .....</b>	<b>4</b>
<b>14. Clasificación del contratista .....</b>	<b>4</b>
<b>15. Revisión de precios .....</b>	<b>5</b>
<b>16. Resumen de presupuesto .....</b>	<b>5</b>
<b>17. Declaración de obra completa y supervisión de proyectos .....</b>	<b>5</b>
<b>18. Normativa aplicable .....</b>	<b>5</b>
<b>19. Relación de documentos que integran el proyecto ..</b>	<b>6</b>



## 1. ANTECEDENTES

El presente documento se trata de un proyecto académico elaborado para la asignatura Proyecto Fin de Grado, de la titulación Grado en Ingeniería de Obras Públicas de la E.T.S. Ingeniería de caminos, Canales y Puertos de la Universidade da Coruña, el curso 2019/2020.

El objetivo del proyecto, titulado *Depósito y red de aguas regeneradas en A Coruña*, es dotar a la ciudad de A Coruña y su área metropolitana (400.000 habitantes aproximadamente) de un sistema poco habitual en el ámbito gallego, pero muy extendido a lo largo del centro y sur de la península, como es la regeneración de agua residual.

Desde la E.D.A.R. de la ciudad, en la parroquia de San Pedro de Visma, se recirculará una parte del caudal, que actualmente se vierte a través de un emisario submarino, a dos unidades de tratamiento terciario y se canalizará hasta un depósito de regulación situado anexo a la E.D.A.R. Dicho depósito servirá para dar servicio a las demandas estudiadas en el proyecto, siendo una de ellas, el riego del Parque de Bens, la que se desarrolle constructivamente de forma completa.

Al tratarse de un proyecto académico, en aquellos casos en los que no se hayan podido emplear datos reales, se han utilizado datos ficticios, procurando que se ajusten lo más posible a la realidad y siempre del lado de la seguridad.

## 2. SITUACIÓN

La parroquia de San Pedro de Visma, en la cual se desarrolla por completo la actuación, es una de las cinco parroquias que componen el término municipal de A Coruña.



Figuras 1, 2 y 3. Ubicación de la parroquia y la zona de actuación.

La zona se enmarca en la parte oeste del Ayuntamiento de A Coruña, bañada por el mar en su práctica totalidad.

La parroquia limita al sur con Santa María de Pastoriza y Suevos (Arteixo), al este con A Coruña y San Cristovo das Viñas (A Coruña) y por el norte y oeste se abre al mar.

Es una zona con una geografía bastante abrupta ya que en una superficie de km<sup>2</sup>, se encuentran dos montes de relevancia como son el Monte de San Pedro y el Monte das Pallas.

## 3. OBJETO

En la actualidad estamos viviendo episodios cada vez más frecuentes de estrés hídrico en las cuencas hidrográficas que conforman nuestro país. Sequías, desertificación, alteración de las escorrentías, etc. Lo cual, unido a las dificultades de regulación provocadas por inundaciones, crecidas y/o desbordamientos, lo convierten en un reto a medio-corto plazo para la sociedad.

Si bien Galicia es un territorio con poca incidencia en este aspecto (en relación con otros territorios del país), las previsiones de cambio climático y calentamiento global nos plantean un panorama no tan optimista que nos obliga a hacer previsión de medidas paliativas que reduzcan su impacto negativo en nuestro día a día.

Contextualizando en el ámbito estatal, las técnicas de regeneración de aguas son ampliamente conocidas en aquellas zonas que disponen de recursos hídricos más limitados. El centro y sur peninsular, con grandes áreas de cultivo que se riegan con agua regenerada, se anticiparon al problema con varios años de anticipo respecto a Galicia.

Este proyecto tiene por objetivo asegurar la disponibilidad de recursos hídricos, tanto en calidad como en volumen, en toda la comarca y sentar las bases para una futura ampliación de la red en función de las demandas y las técnicas de depuración permitan.

## 4. SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente, la ciudad se abastece de agua mediante una captación en el Embalse de Cecebre, con una posterior potabilización en la E.T.A.P. A Telva, en el municipio de Cambre. Desde ahí se bombea a los depósitos de cabecera de las diferentes redes a las que da servicio.

Concretamente el agua de A Coruña se bombea hasta dos depósitos de gran capacidad situados en Alvedro (Parroquia de Almeiras, Culleredo) donde tienen la cota suficiente para abastecer por gravedad a la ciudad. Únicamente hay dos depósitos de altura en la ciudad, en Eirís y en Monte Alto, los dos barrios más altos de la ciudad y que dan servicio a las viviendas más altas.

Todas las demandas estudiadas en el proyecto, detalladas en el Anejo nº3 de la memoria justificativa, son actualmente abastecidas con agua apta para consumo humano, lo cual es altamente ineficiente desde el punto de vista ambiental y económico, ya que dichos usos no requieren de tan altos parámetros de calidad.

## 5. NECESIDADES A SATISFACER

Por todo lo expuesto en el apartado 3 de la presente memoria, se plantea una red de distribución de agua regenerada en función de las demandas del entorno.





En el Anejo nº3 de Estudio de demandas, se hace un análisis de los posibles usos del agua regenerada en la comarca. Al tener unas características de calidad diferentes a la del agua potable convencional, sus aprovechamientos también son diferentes.

Para el proyecto se plantea satisfacer las siguientes demandas (Tabla 1) y sentar las bases para una ampliación de la red en el futuro, según vayan mejorando las técnicas de afino del agua y se amplíe el abanico de posibles receptores.

Tabla 1. Demandas de estudio en el proyecto.

DEMANDAS	USO
Parque de Bens	Riego
Refinería Repsol	Refrigeración industrial
Polígono de A Grela	Agua de proceso
Polígono de Vío	Agua de proceso
Polígono de Pocomaco	Agua de proceso
Campo de golf A Torre de Hércules	Riego
Baldeo de calles	Limpieza
Polígono de Sabón	Agua de proceso

## 6. SOLUCIÓN ADOPTADA

En el Anejo nº4 Estudio de Alternativas se ha hecho un estudio con el fin de determinar la solución más idónea para satisfacer las necesidades existentes, teniendo en cuenta los condicionantes presentes, de manera que se alcance el objetivo del proyecto.

Se han planteado 3 alternativas para la elección de la ubicación del depósito y se han comparado atendiendo a los siguientes criterios:

- Funcionalidad
- Coste
- Afecciones ambientales y sostenibilidad
- Afecciones a servicios y molestias al ciudadano

La comparación se ha realizado mediante ponderaciones, obteniéndose la Alternativa nº3 como la solución adoptada en el presente proyecto, que se describe a continuación.



Figura 4. La alternativa 3 resultó ser la solución adoptada.

### 6.1. Tratamiento terciario

Se proyectan dos estructuras de tratamiento terciario (más un tercero exclusivamente para la demanda de la refinería Repsol): filtro rápido a gravedad, tanque de cloración y ultrafiltración.

Dichas unidades se sitúan en las instalaciones de E.D.A.R. Bens, cercanas al final del proceso de depuración. Desde el pabellón de ultravioleta, último paso del agua residual antes de entrar en la cámara de carga del emisario, se recircula un caudal hasta las nuevas estructuras.

El primer proceso de afino es el filtrado, en un filtro abierto a gravedad, donde la arena atraviesa varias capas de grava y es recogida en el fondo del filtro. Desde ahí se conduce al tanque de cloración. Dispuesto a modo de laberinto, retiene el agua durante media hora (tiempo de retención hidráulico) a lo largo de un canal de 960 metros de largo. Estos parámetros se han calculado en base a criterios de buena mezcla del agua con el cloro, que se dosifica mediante un equipo de cloración situado en la entrada del tanque, con unas boquillas difusoras sumergidas en el afluente.

Debido al carácter académico del proyecto, y para limitar la extensión, se ha decidido calcular exclusivamente las dos primeras unidades, dejando la microfiltración únicamente a los anejos informativos.

El agua ya clorada es recogida en una arqueta desde la que se bombea al depósito principal, donde será almacenada para su posterior empleo.





## 6.2. Depósito y caseta de bombeo

Atendiendo a las características de la zona, que destaca por su alto valor paisajístico y por ser hogar de una gran variedad de aves y fauna autóctona, desde el diseño de estas unidades se pretende minimizar al mínimo su impacto, tanto en la fase de obra como en la explotación.

En base a estos criterios, se proyecta un depósito enterrado de dimensiones interiores 50x35 metros y una altura útil interior de 5 metros. El depósito cuenta con un volumen de 8.750 m<sup>3</sup> y servirá para almacenar el agua de las demandas de estudio, a excepción de la refinería Repsol, que se almacena en un depósito igual y contiguo que queda fuera del alcance del proyecto.

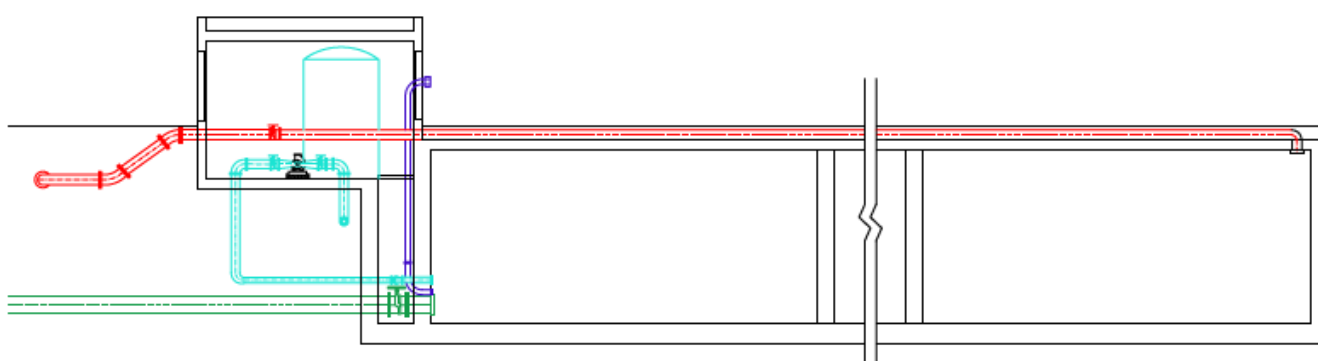
El depósito estará formado por dos cámaras iguales, para facilitar las labores de mantenimiento.

Anexa al depósito se encuentra la caseta de bombeo, que actúa a su vez como cámara de llaves para las tuberías de entrada y salida del depósito. La caseta tiene unas dimensiones de 10,50x6,50, semienterrada, por lo que se ha procurado reducir al máximo su impacto visual.

Siguiendo la línea de actuación de la minimización de impacto visual, se han dotado a las estructuras de los conocidos como *green roof* o cubiertas vegetales, con una capa de tierra vegetal de entre 25-40 cm de altura que armonice las estructuras de hormigón con su entorno.

Desde la caseta de bombeo, el agua adquiere la energía suficiente para alcanzar la cima del parque, a una cota de +125 m.s.n.m.

Figura 5. Sección transversal del depósito y la caseta de bombeo (Plano 3.2.1.4.).



## 6.3. Conducciones

Para la conducción del agua en los diferentes puntos de la red, se han determinado cuatro diámetros diferentes: DN 300 mm, para la conducción desde el tratamiento terciario hasta el depósito; DN 250 mm, para la conducción que llevará el agua desde el depósito hasta el Parque de Bens; DN 500 mm, para el desagüe del depósito y DN 100 mm; que sirve para cargar los camiones de baldeo.

Cada una de estas tuberías se aloja en una sección de zanja que varía en función de la zona de actuación. Así, encontramos tres zonas claramente diferenciadas: la primera zona, por dentro de la EDAR, bajo el firme de los viales interiores de la planta. El segundo tipo de zanja, ataluzada, se emplea en las zonas donde se prevé materiales naturales sin alterar, es decir, la ladera del monte. Al llegar a la coronación del monte, los últimos 921 metros de la conducción de distribución previos a la llegada al parque, se emplea la tercera y última sección de zanja. Esta vuelve a ser vertical con entibación, al igual que la primera, y discurre por la acera colindante al cierre del parque.

Todas las conducciones están equipadas con sus perceptivos sistemas de seguridad (válvulas, sistemas anti-ariete, flotadores, etc. – Ver Anejo nº12 de Elementos singulares de la red). Se han hecho diferencia entre dichos sistemas según se encuentren en la EDAR o en la caseta de bombeo.

Considerando que el bombeo nº1 se encuentra en una zona de paso frecuente por parte de operarios y personal de mantenimiento de la EDAR, las válvulas serán de accionamiento manual, mientras que en el caso de la caseta, a pesar de no estar en una zona inaccesible, se entiende que no es una zona de paso frecuente para operarios y personal de mantenimiento, por lo que se ha intentado, en la medida de lo posible, automatizar todos los procesos que allí se encuentran: apertura-cierre de válvulas, accionamiento-parada de las bombas, etc.

A lo largo de las conducciones principales: el sistema en alta (entre el terciario y el depósito - DN 300) y la distribución (entre el depósito y la entrada del parque – DN 250) se han dispuesto pozos de registro, con sus correspondientes desagües o ventosas, en los puntos bajos y altos de la conducción, respectivamente. Se han ubicado atendiendo a criterios de vaciado por mantenimiento y purga de aire del interior de las conducciones.

## 7. ESTUDIO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

En los Anejos nº5 y nº6 de Geología y Geotecnia, respectivamente, se hace un análisis del terreno donde se van a desarrollar las obras. Al carecer de los medios necesarios para este tipo de estudios, se ha empleado la información disponible en la bibliografía para estimar, de la forma más precisa posible y siempre del lado de la seguridad, las características del terreno.

Se determina la cota del nivel freático para las cuatro estructuras -5,00 metros por debajo de la cara inferior del elemento de cimentación, que en todos los casos es una losa armada. Se considera una tensión de cálculo de 0,20 N/mm<sup>2</sup> y un coeficiente de balasto de K30=13000 N/mm<sup>2</sup>.

Ninguno de los materiales se ha supuesto agresivo al hormigón.

## 8. SERVICIOS AFECTADOS

### Red de saneamiento

Es la afección más relevante de toda la actuación. Al estar en el entorno de la EDAR, nos encontramos con el colector del Arteixo. La obra se ejecuta respetando su trazado.

### Red eléctrica

Hay una coincidencia durante 340 metros con un tendido eléctrico aéreo que discurre paralelo a la conducción en la zona de la base del monte. En caso de que haya interferencias, se derivará provisionalmente un poste y se repondrá una vez finalizada la obra.

### Carreteras

No hay interferencias con tráfico rodado.

### Alumbrado público

No hay interferencias con red de alumbrado.

## 9. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Las dos estructuras aéreas de mayor importancia se sitúan dentro de la zona de la EDAR, siendo únicamente la caseta de bombeo el elemento aéreo exterior a esta zona. Por sus reducidas dimensiones se considera una afección baja al entorno. Junto a la caseta va el depósito principal totalmente enterrado por lo que la afección es mínima.





En el Anejo nº17 de Estudio de impacto ambiental, se analiza en detalle el impacto durante la fase de construcción y explotación y, como puede verse en la tabla final, los impactos o posibles afecciones son medios y bajos, siendo la mayoría de ellos temporales.

Se proponen también medidas minimizadoras y correctoras para dichas afecciones.

Tabla 2. Matriz de impacto ambiental incluida en el Apéndice I del Anejo nº17.

		Suelo			Atmósfera		Aguas			Vegetación	Fauna			Paisaje	Medio socioeconómico
		Ocupación del suelo	Geología y edafología	Erosión	Ruido	Calidad del aire	Aguas superficiales	Aguas subterráneas	Calidad del agua	Cobertura vegetal	Áves	Fauna terrestre	Fauna acuática	Modificación	Empleo local
Fase de construcción	Desbroce			B						B					+B
	Movimiento de tierras		B		M	M		B		B	B	M			+B
	Transporte de materiales				B	B									+B
	Acopio de materiales	M			B	B									+B
	Vertidos accidentales		B				A	A	A	M		A	A		+B
	Colocación de tuberías	M			B										+B
	Construcción estructuras	M			M	M				M	B	B	B		+B
Fase de explotación	Superficies afectadas por la ocupación de las nuevas estructuras	M												B	
	Mantenimiento de los equipos														+B

## 10. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

El mayor residuo que genera la obra es el derivado de la excavación de las estructuras. El resto, son procedentes de las labores propias de la obra y obtención de material.

Se dividen en dos tipos:

- RCD de nivel I: Tierras y materiales pétreos no contaminados, procedentes de obras de excavación. 13.134 m3.
- RCD nivel II: Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios. Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. 288,06 m3.

En su anejo correspondiente, nº16, se hace una valoración económica de los RCD's además de un estudio detallado de cómo tratar esos residuos.

El presupuesto de Gestión de Residuos en la obra es de 82.427,92 €.

## 11. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

En el anejo nº 15 se redacta el Estudio de Seguridad y Salud conforme al Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de nueva construcción,

En este estudio se establece las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene, salud y bienestar de los trabajadores.

Por último, en los apéndices, un pliego de condiciones sobre seguridad y salud así como los planos y el presupuesto dedicado a seguridad y salud durante toda la obra.

El presupuesto de Seguridad y Salud en la obra es de 36.225,39 €.

## 12. PLAN DE OBRA

En el anejo nº 18 se detalla el plan de obra elaborado conforme al Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre.

Tabla 3. Plan de obra.

	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	TOTAL
<b>TRABAJOS PREVIOS Y MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>													
Desbroce de terreno desatbolado	588,38 €												
Demolición y levantamiento de pavimento MBC	519,91 €												
Levantado compresor asera	1,673,31 €												
Desmante de tierra a cielo abierto	13,067,63 €	17,423,50 €											
Excavación en zanja y/o pozo en tierra		7,423,56 €	7,423,56 €	3,711,78 €									
<b>FILTRO Y TANQUE DE CLORACIÓN</b>													
Encofrado cimentación			1,101,59 €										
Hormigonado cimentación			95,293,31 €	31,764,44 €									
Encofrado muros				51,492,40 €									
Hormigonado muros					196,722,22 €	131,148,15 €							
<b>DEPÓSITO Y CASITA DE BOMBEO</b>													
Encofrado cimentación				1,409,28 €									
Hormigonado cimentación				135,208,15 €	45,069,38 €								
Encofrado muros y pilares					25,153,54 €								
Hormigonado muros y pilares					59,564,88 €								
Encofrado losa superior						73,854,53 €							
Hormigonado losa superior							80,531,87 €	53,687,91 €					
<b>IMPERMEABILIZACIONES Y DRENAJES</b>													
Impermeabilización interior depósito									90,999,21 €	45,499,61 €			
Impermeabilización muros exteriores y cubiertas									110,109,35 €	27,527,32 €			
Instalación tubo drenaje									2,477,52 €				
Relleno grava trasdós depósito										3,497,80 €			
Colocación gárgolas										16,52 €			
<b>EQUIPAMIENTO HIDRÁULICO</b>													
Tendido de conducciones				12,457,12 €	49,828,46 €	49,828,46 €	49,828,46 €	49,828,46 €	49,828,46 €	49,828,46 €	24,914,23 €		
Instalación valvulería								18,502,04 €	18,502,04 €	18,502,04 €	9,251,02 €		
Construcción de registros				2,397,84 €	9,591,37 €	2,397,84 €							
Instalación de grupos de presión y calderín												18,866,25 €	
Relleno grava filtro										7,153,67 €	7,153,67 €		
Instalación de equipo clorador												12,020,48 €	
<b>PAVIMENTOS Y REPOSICIÓN DE FIRMES</b>													
Relleno zanjas										3,203,51 €	6,407,01 €	1,601,75 €	
Reposición de asfalto											5,169,50 €	1,723,17 €	
Reposición de aceras											23,301,76 €	7,767,25 €	
Formación pradera												6,740,50 €	
<b>VARIOS</b>													
Instalación escalera, puerta y ventanas caseta									2,476,36 €	2,476,36 €			
Instalación de electricidad											9,074,40 €		
Vallado depósito											3,791,01 €	3,791,01 €	
<b>GESTIÓN DE RESIDUOS</b>													
	10,303,49 €	10,303,49 €	10,303,49 €	10,303,49 €	5151,745	5151,745	5151,745	5151,745	5151,745	5151,745	5151,745	5151,745	82,427,92 €
<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>													
	3,018,78 €	3,018,78 €	3,018,78 €	3,018,78 €	3,018,78 €	3,018,78 €	3,018,78 €	3,018,78 €	3,018,78 €	3,018,78 €	3,018,78 €	3,018,78 €	36,225,39 €
<b>TOTAL MENSUAL</b>	29,371,50 €	38,169,34 €	117,140,73 €	251,763,27 €	445,592,78 €	324,964,38 €	212,385,38 €	130,188,94 €	282,563,38 €	131,710,55 €	63,067,87 €	60,680,94 €	2,087,599,05 €
<b>TOTAL ACUMULADO</b>	29,371,50 €	67,540,84 €	184,681,56 €	436,444,83 €	882,037,61 €	1,207,001,99 €	1,419,387,37 €	1,549,576,31 €	1,832,139,69 €	1,963,850,24 €	2,026,918,11 €	2,087,599,05 €	
<b>% TOTAL</b>	1,41%	1,83%	5,61%	12,06%	21,34%	15,57%	10,17%	6,24%	13,54%	6,31%	3,02%	2,91%	100,00%
<b>% ACUMULADO</b>	1,41%	3,24%	8,85%	20,91%	42,25%	57,82%	67,99%	74,23%	87,76%	94,07%	97,09%	100,00%	

## 13. PLAZO DE EJECUCION Y GARANTÍA

El plazo de ejecución de la obra es de 12 meses, teniendo el pico de actividad entre los meses 5 y 6.

Se establece un plazo de garantía de un año para todas las obras, a contar desde la fecha de recepción provisional de las mismas, por considerar que transcurrido éste, estará suficientemente comprobado su correcto funcionamiento. En ese momento se procederá a la recepción definitiva de las obras.

## 14. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

En cumplimiento de lo estipulado en la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, en su artículo 77 y por ser una obra que supera los 500.000 € requeridos, se redacta el Anejo nº 20 de Clasificación del contratista.

Según el citado anejo, la clasificación del contratista sería: B22, grandes estructuras de hormigón armado; E12, hidráulicas de abastecimiento y saneamiento.

Tabla 4. Tabla resumen de clasificación del contratista.

PEM (€)	G.G. (%)	B.I. (%)	PBL sin IVA (€)	Tiempo (meses)	Anualidad media	Categoría	Clasificación
B) Puentes, viaductos y grandes estructuras							
02. De hormigón armado							
1.166.913,46	13,00	6,00	1.397.728,94	4	349.432,23	2	B22
E) Hidráulicas							



01. Abastecimientos y saneamientos							
528.848,69	13,00	6,00	633.454,96	4,5	140.767,76	2	E12

## 15. REVISIÓN DE PRECIOS

Según la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público se determina la necesidad de realizar un Anejo de revisión de precios por ser la obra de una duración de 12 meses.

Se recurre a la fórmula siguiente como la más adecuada para este proyecto.

$$K_t = 0,10 \cdot \frac{C_t}{C_o} + 0,05 \cdot \frac{E_t}{E_o} + 0,02 \cdot \frac{P_t}{P_o} + 0,08 \cdot \frac{R_t}{R_o} + 0,28 \cdot \frac{S_t}{S_o} + 0,01 \cdot \frac{T_t}{T_o} + 0,46$$

## 16. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Capítulo	Importe (€)
<b>1 TRAB. PREVIOS Y MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>52.031,63</b>
<b>2 FILTRO Y TANQUE DE CLORACIÓN</b>	<b>559.014,50</b>
<b>3 DEPÓSITO Y CASETA DE BOMBEO</b>	<b>607.898,96</b>
<b>4 IMPERMEABILIZACIONES Y DRENAJES</b>	<b>280.127,24</b>
<b>5 EQUIPAMIENTO HIDRÁULICO</b>	<b>392.349,87</b>
<b>6 PAVIMENTOS Y REPOSICIÓN DE FIRMES</b>	<b>55.914,45</b>
<b>7 VARIOS</b>	<b>21.609,12</b>
<b>8 GESTIÓN DE RESIDUOS</b>	<b>82.427,92</b>
<b>9 SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>36.225,39</b>
<b>Presupuesto de ejecución material</b>	<b>2.087.599,08</b>
13% de gastos generales	271.387,88
6% de beneficio industrial	125.255,94
<b>Presupuesto base de licitación</b>	<b>2.484.242,90</b>
21% IVA	521.691,01
<b>Presupuesto base de licitación con IVA</b>	<b>3.005.933,91</b>

Asciende el presupuesto base de licitación con IVA a la expresada cantidad de TRES MILLONES CINCO MIL NOVECIENTOS TREINTA Y TRES EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS.

## 17. DECLARACION DE OBRA COMPLETA Y SUPERVISIÓN DE PROYECTOS

El presente proyecto cumple con los requisitos exigidos en el artículo 125 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas aprobado por Real Decreto 1098/2002 de 12 de Octubre, ya que comprende una obra completa, susceptible de ser entregada inmediatamente al público.

En cumplimiento de la Ley 09/2017, en su Artículo 235, antes de la aprobación del proyecto habrá que proceder a la solicitud de un informe de supervisión por tratarse de una obra cuyo presupuesto base de licitación (sin IVA) es superior a 500.000 €.

## 18. NORMATIVA APLICABLE

En la redacción del proyecto se ha seguido la siguiente normativa:

### General

- Real Decreto Legislativo 3/2017 de 8 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.
- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Lei 2/2016, do solo de Galicia.
- Leyes de costas de ámbito autonómico y nacional.
- Plan de Ordenación do Litoral (POL).
- Plan Xeral de Ordenación Municipal de A Coruña 2013.

### Aguas

- Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- Corrección de erratas del Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.
- “Instruccions Técnicas para Obras Hidráulicas en Galicia” (ITOHG)
- Real decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.
- Directiva 2000/60/CEE, de 23 de octubre, Directiva Marco del Agua.
- Directiva 91/271/CEE de 21 de mayo, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas.

### Estructuras

- Instrucción Española del Hormigón Estructural
- Código Técnico de la Edificación
- Guía para el diseño y proyecto de depósitos.

### Estudio de impacto ambiental

- Decreto 133/2008 de 12 de junio por el que se regula la evaluación de incidencia ambiental.
- Decreto 442/90 de Impacto Ambiental de Galicia
- Decreto 327/91 de Evaluación de Efectos Ambientales en Galicia.
- Real Decreto 37/2014, de 27 de marzo
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

### Estudio de seguridad y salud

- Real Decreto 39/1997, de 17-01-97, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (B.O.E. nº 27 de 31-01-97).
- Real Decreto 1627/1997, de 24/10/97, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (BOE nº 256 de 25-10-97)
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por la que se desarrolla el artículo 24 de la ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.





- Ley 31/1995 de 8-11-95, por la que se aprueba la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. nº 269 de 10-11-95).
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

Será de aplicación aunque no esté contemplada específicamente, cualquier disposición, pliego, reglamento o norma de obligado cumplimiento. En caso de presentarse discrepancias entre las especificaciones impuestas por los diferentes pliegos, instrucciones y normas, se entenderá como válida la más restrictiva.

## 19. RELACIÓN DE DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

### DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA JUSTIFICATIVA

- Anejo nº1 Antecedentes
- Anejo nº2 Cartografía y topografía
- Anejo nº3 Estudio de demandas
- Anejo nº4 Estudio de alternativas
- Anejo nº5 Geología
- Anejo nº6 Geotecnia
- Anejo nº7 Trazado
- Anejo nº8 Movimiento de tierras
- Anejo nº9 Cálculos hidráulicos
- Anejo nº10 Cálculos mecánicos de conducciones
- Anejo nº11 Cálculos estructurales
- Anejo nº12 Elementos singulares de la red
- Anejo nº13 Expropiaciones
- Anejo nº14 Servicios afectados
- Anejo nº15 Estudio de seguridad y salud
- Anejo nº16 Estudio de gestión de residuos
- Anejo nº17 Estudio de impacto ambiental
- Anejo nº18 Plan de obras
- Anejo nº19 Justificación de precios
- Anejo nº20 Clasificación del contratista

Anejo nº21 Revisión de precios

Anejo nº22 Reportaje fotográfico

Anejo nº23 Declaración de obra completa

### DOCUMENTO Nº2: PLANOS

### ESCALA

#### 1. PLANOS DE INFORMACIÓN

1.1. Situación	S/E
1.2. Implantación general	S/E
1.3. Situación actual	S/E
1.4. Trazado planta general – Distribución de hojas	1:5.000
1.4.1. Hoja 1	1:1.000
1.4.2. Hoja 2	1:1.000
1.4.3. Hoja 3	1:1.000
1.4.4. Hoja 4	1:1.000
1.4.5. Hoja 5	1:1.000
1.4.6. Hoja 6	1:1.000

#### 2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZANJA

2.1. Perfil longitudinal sistema en alta	S/E
2.2. Perfil longitudinal red de distribución	S/E
2.3. Replanteo zanja	1:5.000
2.4. Registro de válvulas – Sección tipo 1	1:50
2.5. Registro de válvulas – Sección tipo 2	1:50
2.6. Detalles instalaciones de registro	1:20
2.7. Sección tipo zanjas	1:20

#### 3. PLANOS DE ESTRUCTURAS

##### 3.1. Tratamiento terciario

##### 3.1.1. Geometría del conjunto

3.1.1.1. Implantación en E.D.A.R. Bens actual	1:2.000
3.1.1.2. Replanteo filtro y cloración	S/E
3.1.1.3. Movimiento de tierras	
3.1.1.3.1. Hoja 1	1:500
3.1.1.3.2. Hoja 2	1:500



ESCALA

ESCALA

3.1.1.3.3. Hoja 3	1:500
3.1.1.4. Hidráulica	1:200
3.1.2. Filtro rápido a gravedad	
3.1.2.1. Planos de estructuras	
3.1.2.1.1. Planta de cimentación y estructura	1:100
3.1.2.1.2. Armado losa de cimentación y muros	1:100
3.1.2.2. Geometría	
3.1.2.2.1. Planta y sección	1:100
3.1.3. Tanque de cloración	
3.1.3.1. Planos de estructuras	
3.1.3.1.1. Planta de cimentación	1:200
3.1.3.1.2. Estructura muros	VARIAS
3.1.3.2. Geometría	
3.1.3.2.1. Planta y detalles	1:200
3.2. Depósito principal, caseta de bombeo y cámara de llaves	
3.2.1. Geometría del conjunto	
3.2.1.1. Replanteo depósito y caseta	S/E
3.2.1.2. Movimiento de tierras	
3.2.1.2.1. Hoja 1	1:500
3.2.1.2.2. Hoja 2	1:500
3.2.1.2.3. Hoja 3	1:500
3.2.1.3. Depósito y caseta de bombeo - Urbanización	1:200
3.2.1.4. Sección general	1:100
3.2.2. Depósito	
3.2.2.1. Geometría	
3.2.2.1.1. Planta y sección	1:200
3.2.2.2. Planos de estructuras	
3.2.2.2.1. Planta de cimentación	1:200
3.2.2.2.2. Planta de estructuras	1:200
3.2.2.2.3. Detalles de cimentación y estructura	1:100
3.2.2.3. Detalles constructivos	1:10
3.2.3. Caseta de bombeo y cámara de llaves	
3.2.3.1. Geometría	1:100

3.2.3.2. Planos estructurales

3.2.3.2.1. Planta de cimentación

3.2.3.2.2. Planta y detalles de estructura

3.2.3.3. Hidráulica

3.2.3.4. Detalles constructivos

1:100

1:100

1:50

1:10

DOCUMENTO Nº3: PLIEGO

1. Objetivo y alcance del pliego.
2. Descripción de las obras.
3. Materiales básicos.
4. Ejecución de las obras.
5. Medición y abono.
6. Disposiciones del pliego.

DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO

1. Mediciones auxiliares.
2. Mediciones.
3. Cuadro de precios nº1.
4. Cuadro de precios nº2.
5. Presupuesto.
6. Resumen del presupuesto.

A Coruña, septiembre de 2020

El autor del proyecto

José Pajarrón Puga



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**DOCUMENTO Nº1:  
MEMORIA JUSTIFICATIVA**

**DOCUMENTO Nº1:  
MEMORIA JUSTIFICATIVA**



## ÍNDICE DE ANEJOS

- Anejo nº1 Antecedentes
- Anejo nº2 Cartografía y topografía
- Anejo nº3 Estudio de demandas
- Anejo nº4 Estudio de alternativas
- Anejo nº5 Geología
- Anejo nº6 Geotecnia
- Anejo nº7 Trazado
- Anejo nº8 Movimiento de tierras
- Anejo nº9 Cálculos hidráulicos
- Anejo nº10 Cálculos mecánicos de conducciones
- Anejo nº11 Cálculos estructurales
- Anejo nº12 Elementos singulares de la red
- Anejo nº13 Expropiaciones
- Anejo nº14 Servicios afectados
- Anejo nº15 Estudio de seguridad y salud
- Anejo nº16 Estudio de gestión de residuos
- Anejo nº17 Estudio de impacto ambiental
- Anejo nº18 Plan de obras
- Anejo nº19 Justificación de precios
- Anejo nº20 Clasificación del contratista
- Anejo nº21 Revisión de precios
- Anejo nº22 Reportaje fotográfico
- Anejo nº23 Declaración de obra completa





ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 1:  
ANTECEDENTES**

**ANEJO Nº1  
ANTECEDENTES**



# ÍNDICE

1. Introducción .....	1
2. Objeto del proyecto .....	1
3. Localización geográfica .....	1
4. Análisis del planeamiento urbanístico .....	2
5. Consideraciones previas.....	2



## 1. INTRODUCCIÓN

La redacción del presente Proyecto Fin de Grado constituye un requisito necesario para la obtención de la titulación de Grao de Ingeniería de Obras Públicas por la Universidad de A Coruña. Se trata de un proyecto que está englobado en el área de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, y su título es: "Deposito y red de aguas regeneradas en A Coruña".

## 2. OBJETO DEL PROYECTO

El principal objetivo de este proyecto es poner en valor la reutilización de las aguas residuales, a las cuales, una vez que se les realice un tratamiento terciario de afino, se podrán reutilizar para diferentes usos: riego, baldeo y limpieza de calles, enfriamiento de procesos industriales, etc.

En concreto, en este proyecto abordaremos la dotación de una infraestructura para proceder al riego del Parque de Bens.

Para la instalación de esta infraestructura se eligió a esta ubicación por estar cerca de la EDAR de Bens que es, como es lógico, el punto de mayor aporte de aguas residuales tratadas en todo el ámbito provincial.

En este proyecto se pretende:

- Justificar la necesidad de reutilizar las aguas residuales una vez regeneradas, en lugar de verterlas directamente al medioambiente.
- Definir los tratamientos que tienen que recibir dichas aguas para que puedan reutilizarse.
- Diseñar, calcular y valorar los elementos de tratamiento, almacenaje y conducción de las aguas regeneradas hasta el punto de consumo.

## 3. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

En el presente anejo se detalla la situación actual del ámbito de actuación, situado en el noroeste de la península ibérica, en la comunidad autónoma gallega, dentro del término municipal de A Coruña, en la provincia de A Coruña.

La zona se enmarca en la parte oeste del Ayuntamiento de A Coruña, bañada por el mar en su práctica totalidad.

La parroquia limita al sur con Santa María de Pastoriza y Suevos (Arteixo), al este con A Coruña y San Cristovo das Viñas (A Coruña) y por el norte y oeste se abre al mar.

Es una zona con una geografía bastante abrupta ya que en la zona, se encuentran dos montes de relevancia como son el Monte de San Pedro y el Monte das Pallas.



Figura 1. Ubicación de A Coruña dentro de España.



Figura 2. Ubicación de la actuación con respecto a la ciudad de A Coruña. Sombreado en rojo, la parroquia de San Pedro de Visma.





#### 4.- ANÁLISIS DEL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO.

Por la situación elegida para la implantación de la obra, estamos condicionados por Cuatro normativas de carácter urbanístico principalmente:

- Lei 2/2016 do Solo de Galicia. Normativa de carácter autonómico cuyo objetivo es la protección y la ordenación urbanística de Galicia.
- Ley de Costas. Regula la determinación, protección, utilización y policía del dominio público marítimo-terrestre.
- El Plan de Ordenación do Litoral (P.O.L.). Normativa de carácter autonómico que está destinada a ordenar usos, construcciones y actividades en el borde litoral.
- El Plan Xeral de Ordenación Municipal de A Coruña 2013 (P.X.O.M.). Documento de alcance autonómico encaminado a definir y concretar la forma de ocupar el territorio en el ámbito municipal.

El P.X.O.M. califica la zona de actuación como suelo rústico, a pesar que parte de la actuación se realiza dentro de las instalaciones de la EDAR.

Las cuatro normativas de aplicación autorizan la instalación de la infraestructura que se pretende construir. Así la Lei 2/2016 do Solo de Galicia, en su artº 35 Usos y actividades en suelo rústico, apartado m) dice: Los usos y las actividades admisibles en suelo rústico serán los siguientes “Instalaciones e infraestructuras hidráulicas, de telecomunicaciones, producción y transporte de energía, gas, abastecimiento de agua, saneamiento y gestión y tratamiento de residuos, siempre que no impliquen la urbanización o transformación urbanística de los terrenos por los que discurren.”

La obra proyectada se encuentra fuera del dominio público marítimo-terrestre. No obstante al encontrarse en la zona de servidumbre de protección, deberá obtener la autorización de la Comunidad Autónoma.

#### 5. CONSIDERACIONES PREVIAS

Actualmente no existen problemas de escasez de agua en nuestro ámbito geográfico, pero se prevé que el sistema de abastecimiento de A Coruña pueda llegar a tener problemas en el futuro para satisfacer las demandas de agua urbana, tal y como recoge el *Plan Hidrológico Galicia-Costa 2015-2021*. Para adelantarnos a este problema, se plantea la incorporación al sistema de abastecimiento un caudal de agua regenerada a partir del efluente de la EDAR de Bens. Esta agua se reutilizaría para los usos que fuera seguro con todas las garantías higiénico-sanitarias.

En el contexto actual de cambio climático, a mayores del incremento de escasez del recurso agua que se estima en un 7% según el *Plan Hidrológico Galicia-Costa 2015-2021* en su Anexo V, apartado 5.11 *Sistema de explotación nº 11: Río Mero, Arteixo y ría de A Coruña*, la capacidad de regulación de un sistema de abastecimiento se plantea crucial para evitar episodios de sequías o inundaciones. Con el objetivo de mejorar este aspecto comienzan a implementar técnicas de reutilización de agua: si destinamos agua con una calidad apta para consumo humano a aquellas demandas que no necesitan tan altos parámetros de calidad, tendremos menos agua disponible en caso de escasez.

Emplear agua regenerada para determinados ámbitos, está poco a poco convirtiéndose en una pieza fundamental en alcanzar objetivos de sostenibilidad ambiental: se reduce la detracción de aguas del medio permitiendo conservar los caudales ecológicos de los ríos (en nuestro caso del Embalse de Cecebre, ríos Mero y Barcés), reduce el vertido de aguas residuales al medio receptor, permite la posibilidad de recuperar acuíferos sobreexplotados mediante infiltración, etc. En definitiva, incrementa la disponibilidad total del recurso asegurando la asignación de las aguas de mejor calidad a los usos más exigentes.

Para el ámbito industrial y recreativo también supone una ventaja la oportunidad de uso de aguas regeneradas, por diversos motivos: el primero de ellos y más importante, el ahorro económico que a largo plazo supone el cambio. La penalización de los consumos elevados en las nuevas tarifas del agua potable abre una vía interesante en el uso de aguas regeneradas. En ámbito recreativo como puede ser el caso de los riegos de campos de golf, se extiende el carácter obligatorio del uso de agua regenerada en el riego de campos de golf, zonas verdes, fuentes y estanques ornamentales, como es el caso del Parque de Bens.

Cabe destacar que España es uno de los países pioneros en estas técnicas. La baja disponibilidad del recurso en las zonas sur-sureste del país, unido a la dificultad de regulación que experimentan algunas de las demarcaciones hidrográficas, lo que se conoce como estrés hídrico, hace que la reutilización del agua no sea ya una oportunidad de mejora ambiental sino una necesidad para poder satisfacer las demandas de agua.

En la demarcación Galicia-Costa son pocas las experiencias en este ámbito hasta la fecha y en vista la tendencia global de economía circular, aprovechamiento al máximo de los recursos disponibles y sostenibilidad medioambiental, vemos en este proyecto una oportunidad “pionera” dentro de nuestro ámbito local y que daría un gran avance en la gestión responsable del agua en Galicia y sentaría las bases para futuras ampliaciones o mejoras del sistema.

Por último, para reforzar lo expuesto anteriormente, nos remitimos a la *Estrategia Gallega de Economía Circular*, elaborada por la Xunta de Galicia en colaboración con las tres universidades gallegas, en la que se propone en su *Propuesta 7.1.3. Mejorar el diseño, construcción y uso de infraestructuras más eficientes en el uso del agua*, destaca: “tradicionalmente la comunidad gallega no había experimentado problemas de escasez de agua, salvo en algún punto muy localizado de su geografía, durante los últimos años se vienen experimentando períodos de sequía que comprometen la disponibilidad de agua. Por este motivo hace falta fomentar un cambio de mentalidad en la sociedad gallega, acostumbrada a ver el agua como un recurso casi que ilimitado, cara un recurso agotable que se debe gestionar y consumir de forma sostenible [...] Una de las características principales de estas corrientes residuales es que su volumen es muy estable a lo largo del año, y no dependen de las condiciones climáticas. De este modo pueden suponer una buena alternativa para suplir las fuentes de abastecimiento tradicionales que pueden verse comprometidas durante los períodos de sequía”.

Por todo ello, añaden “es necesario desarrollar trabajos de investigación enfocados tanto a establecer los criterios mínimos de calidad de las aguas re-utilizadas desde un punto de vista sanitario y medioambiental, como para evaluar las dimensiones tecnológica, económica, social y ambiental de su implantación, con el objetivo de mejorar la percepción pública sobre la re-utilización del agua residual” y establece como objetivo para el año 2030 aumentar el porcentaje de uso de agua reutilizada del actual 2% al 8%.

Como contrapartida, encontramos una fuerte inversión inicial en instalaciones y procesos de depuración. Este tipo de aguas, a pesar de que no son aptas para consumo humano, requieren de una calidad superior a la que actualmente se exige al efluente de EDAR Bens y por tanto para poder emplearlas dentro de los límites de contaminación recogidos en el REAL DECRETO 1620/2007, deben ser sometidas a unos procesos de depuración terciarios. A mayores, la conducción debe ser diferente a la empleada en agua potable lo cual incrementa también el gasto. En una estimación de costes (que se desarrollará más en profundidad en el documento de Presupuestos del proyecto) realizada por el Grupo Técnico del PNRA (*Plan Nacional de Reutilización de Agua*) asignan un coste de explotación de 0,2 €/m³ tratado.

##### 5.1. Situación de las aguas regeneradas en España

Para contextualizar la actuación, se presentan datos del año 2019 en España, extraídos de la web iAgua:



España es líder en la utilización de agua regenerada en Europa (268 hm³/año)

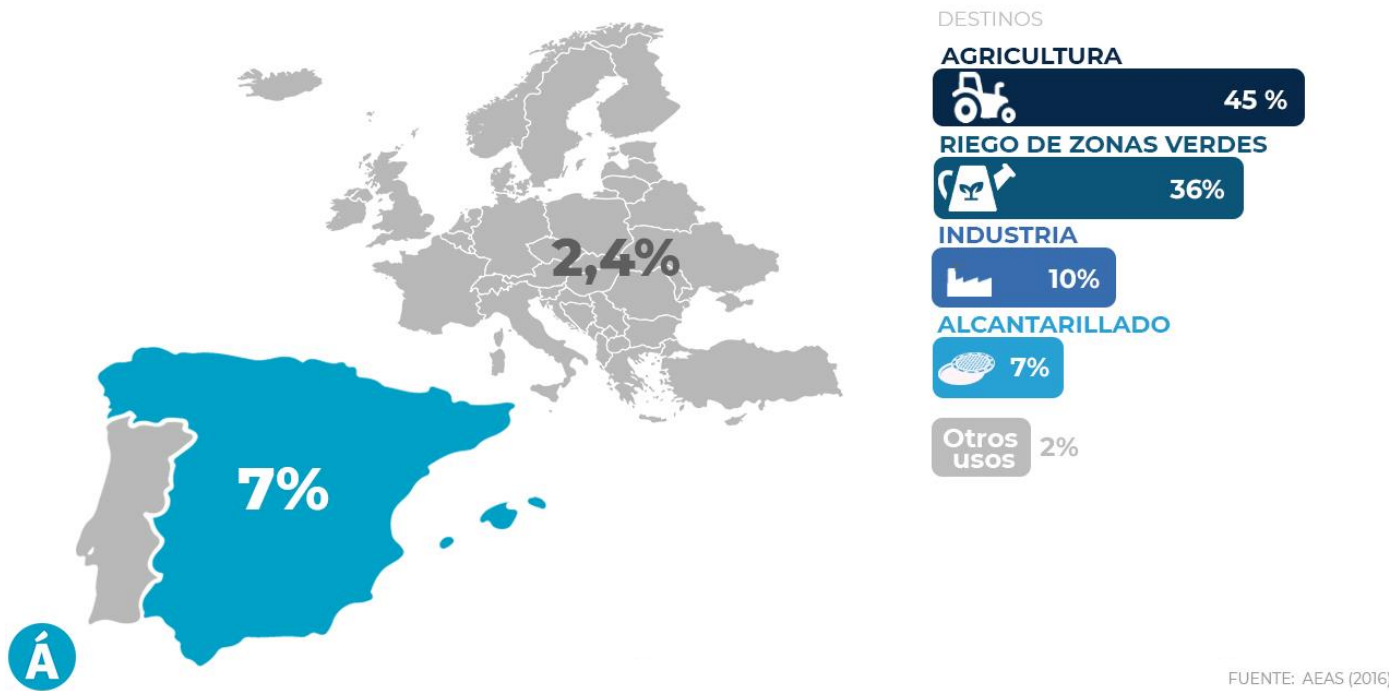


Figura 4. Situación de España frente al resto de Europa. Como se menciona antes, España es un país pionero en técnicas de reutilización, esto es debido principalmente al estrés hídrico de sus cuencas, superior a la media europea (AQUAREC, 2006) y a la gran extensión de tierras de cultivo, sobretodo en las cuencas del sur de la península. (AEAS, 2016)

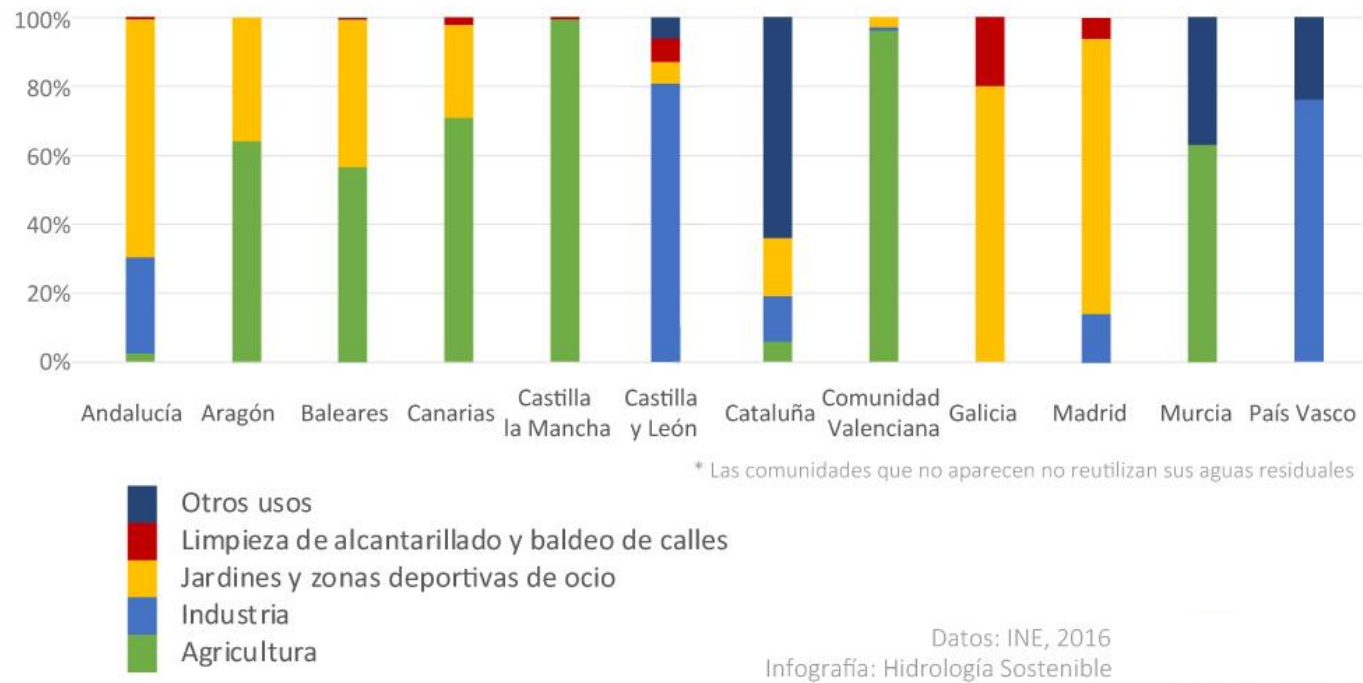


Figura 5. Usos del agua regenerada por comunidades. (INE, 2016).

En los países desarrollados y en desarrollo, la rápida urbanización y la consiguiente creciente demanda de agua potable, para uso industrial y/o agrícola, supone un serio inconveniente para aquellos países caracterizados por la insuficiencia hídrica. Estas circunstancias constituyen un serio problema en la zona del Mediterráneo y, sobre todo, en las zonas áridas y semiáridas de la Península Ibérica, Oriente Medio y norte de África. La reutilización en estas zonas para el regadío es una estrategia adecuada y acertada, ya que en estos territorios se encuentra el 30% de la población mundial con recursos naturales renovables de menos de 1.000 m3/habitante/año (Kamizoulis et al., 2003).

Tabla 1. Recogida y tratamiento de las aguas residuales por Comunidad Autónoma. Instituto Nacional de Estadística, 2012.

	Volumen depurado (hm3)	Volumen reutilizado (hm3)	% del agua reutilizada
Andalucía	850,76	87,74	10,31
Aragón	187,21	1,24	0,66
Asturias	149,50	0,09	0,06
Baleares	144,09	43,02	29,86
Canarias	134,06	31,15	23,24
Cantabria	93,94	3,80	4,05
Castilla y León	431,02	3,08	0,71
Castilla-La Mancha	221,26	1,48	0,67
Cataluña	648,40	28,50	4,39
Com. Valenciana	450,16	270,00	59,98
Extremadura	164,21	0,00	0,00
Galicia	348,83	0,94	0,27
Madrid	573,41	11,37	1,98
Murcia	109,00	62,54	57,37
Navarra	70,31	0,00	0,00
País Vasco	322,57	3,40	1,05
Rioja, La	50,49	0,00	0,00
Ceuta y Melilla	11,97	0,10	0,82
España	4.961,17	548,45	11,05



### 5.2. Aplicaciones del agua regenerada en el presente proyecto

En vista de todo lo expuesto anteriormente, se proponen los siguientes usos del agua para el presente proyecto:

- Parque de Bens.
- Refinería Repsol.
- Polígono de A Grela.
- Polígono de Vío.
- Polígono de Pocomaco.
- Campo de golf A Torre de Hércules.
- Polígono de Sabón.
- Baldeo y limpieza de calles.

Dichas demandas se analizan en el Anejo nº3 Estudio de demandas.

Por las lógicas limitaciones del alcance del proyecto, éste se ha ceñido a la dotación de la infraestructura para el riego del Parque de Bens. Ahora bien, los elementos de filtración y cloración se han dimensionado para una futura ampliación de éste servicio.





ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 2:**  
**CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA**

**ANEJO Nº2**  
**CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA**

JOSÉ PAJARRÓN PUGA



# ÍNDICE

1. Introducción .....	1
2. Cartografía.....	1
3. Replanteo.....	1



## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este anejo es mostrar las fuentes cartográficas empleadas para la redacción del proyecto, las modificaciones realizadas en los planos y explicar la realización de los trabajos topográficos necesarios para la elaboración del replanteo de la obra.

Al tratarse de un proyecto de carácter académico, por falta de medios no se han no se han realizado los trabajos topográficos que se hubieran requerido en la realidad. Por ello, se ha considerado como válidos los datos proporcionados por la cartografía disponible.

## 2. CARTOGRAFÍA

La cartografía empleada para la redacción de este proyecto es la siguiente:

- Centro de Descargas del Instituto Geográfico Nacional.
- Google Maps.
- Google Earth.
- Sede electrónica del Catastro.
- Mapas del Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Cartografía aportada por la Biblioteca de la E.T.S. de Caminos, Canales y Puertos.

## 3. REPLANTEO

El replanteo topográfico consiste en establecer bases que permitan ubicar los elementos que componen la obra, tanto en altimetría como en planimetría.

Se ha elegido como sistema de coordenadas el sistema UTM (*Universal Transverse Mercator*) como origen de altitudes el nivel medio del mar en Alicante.

La obra se encuentra en el HUSO 29 de las coordenadas UTM.

Para la elección de las bases de replanteo se han empleado los siguientes criterios:

- Deben de ser visibles entre sí y permitir una visión global de la obra proyectada.
- La distancia entre vértices ha de ser menor de 200 m.
- Vértices visibles entre sí y que formen ángulos mayores de 30°.
- Se deben de situar en lugares fácilmente accesibles.

### 3.1. Replanteo de las unidades de tratamiento terciario

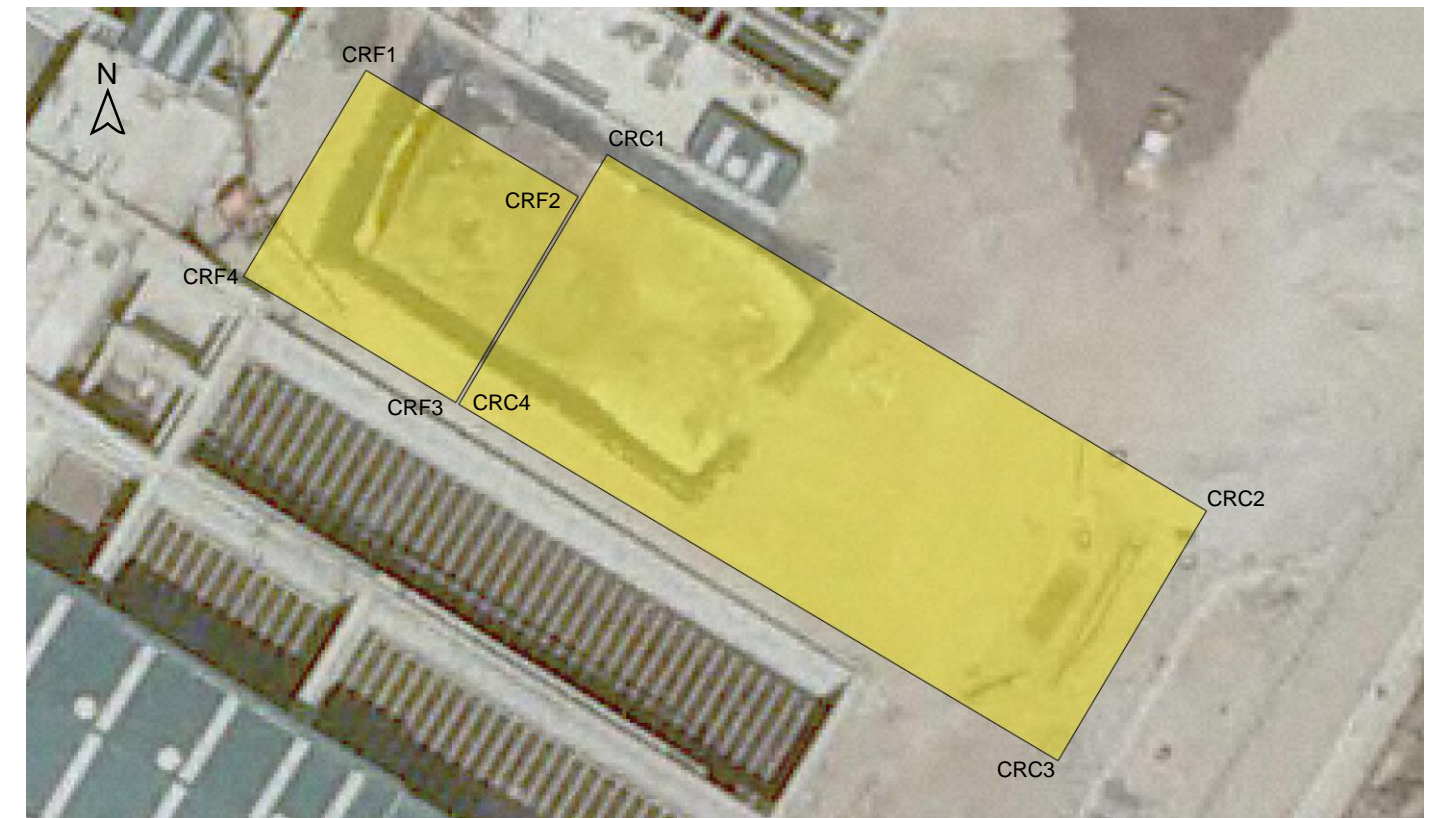


Figura 1. Bases de replanteo escogidas para las unidades de tratamiento terciario. NOTA: CRFx: Coordenada de Replanteo Filtro; CRCx: Coordenada Replanteo Cloración.

	X (m)	Y (m)	Z (m)
CRF1	544117,08	4801935,39	10,00
CRF2	544131,69	4801926,71	10,00
CRF3	544123,26	4801912,52	10,00
CRF4	544108,65	4801921,21	10,00
CRC1	544133,69	4801929,59	10,00
CRC2	544174,95	4801905,07	10,00
CRC3	544164,73	4801887,87	10,00
CRC4	544123,47	4801912,40	10,00





### 3.2. Replanteo depósito y cámara de llaves-caseta de bombeo

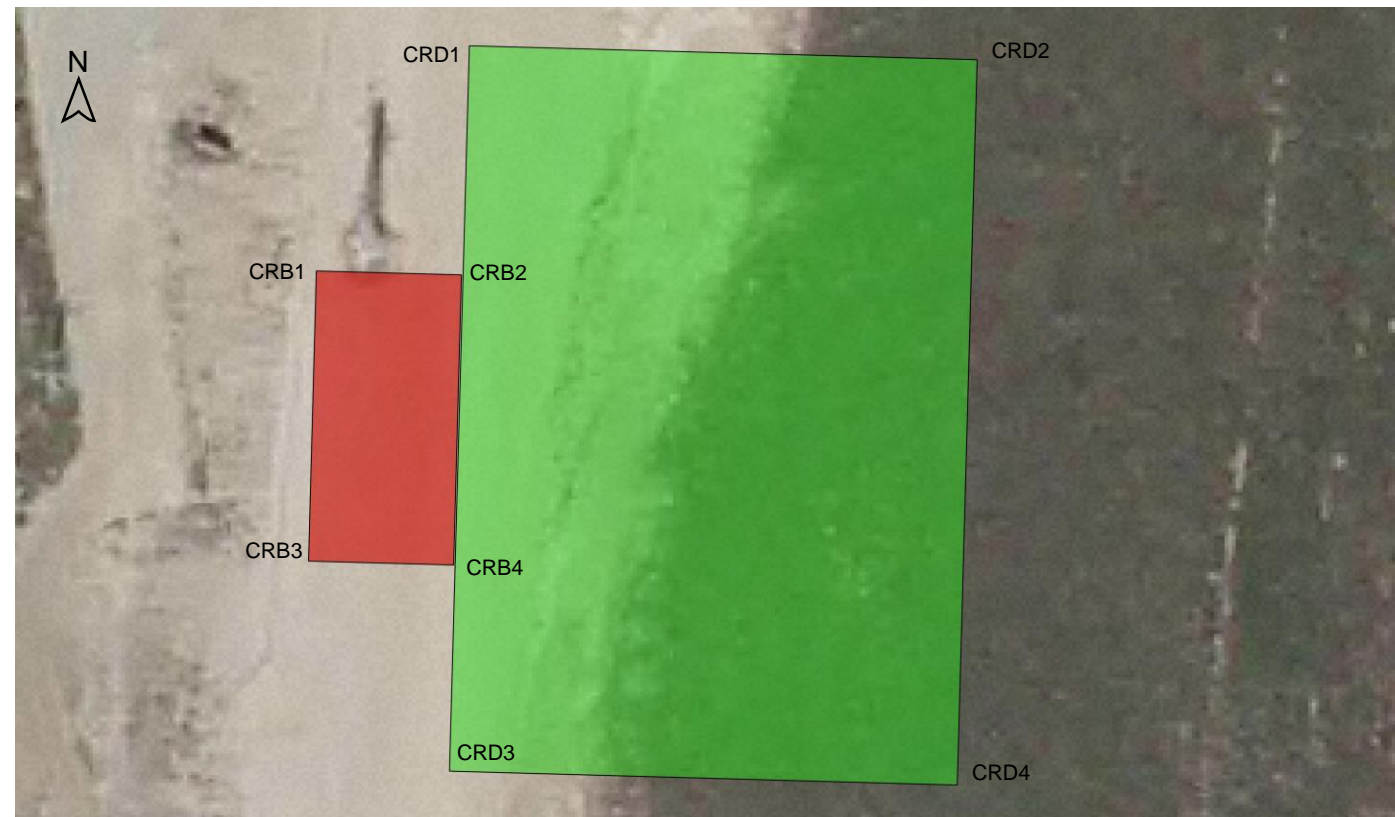


Figura 2. Bases de replanteo escogidas para el depósito y la caseta de bombeo-cámara de llaves. NOTA: CRDx: Coordenada de Replanteo Depósito; CRBx: Coordenada Replanteo Caseta.

	X (m)	Y (m)	Z (m)
CRD1	543936,45	4801410,25	25,00
CRD2	543971,44	4801409,30	25,00
CRD3	543935,08	4801360,27	25,00
CRD4	543970,07	4801359,31	25,00
CRB1	543925,53	4801380,54	25,00
CRB2	543935,53	4801380,27	25,00
CRB3	543924,99	4801360,55	25,00
CRB4	543934,99	4801360,28	25,00

### 3.3. Replanteo de la zanja

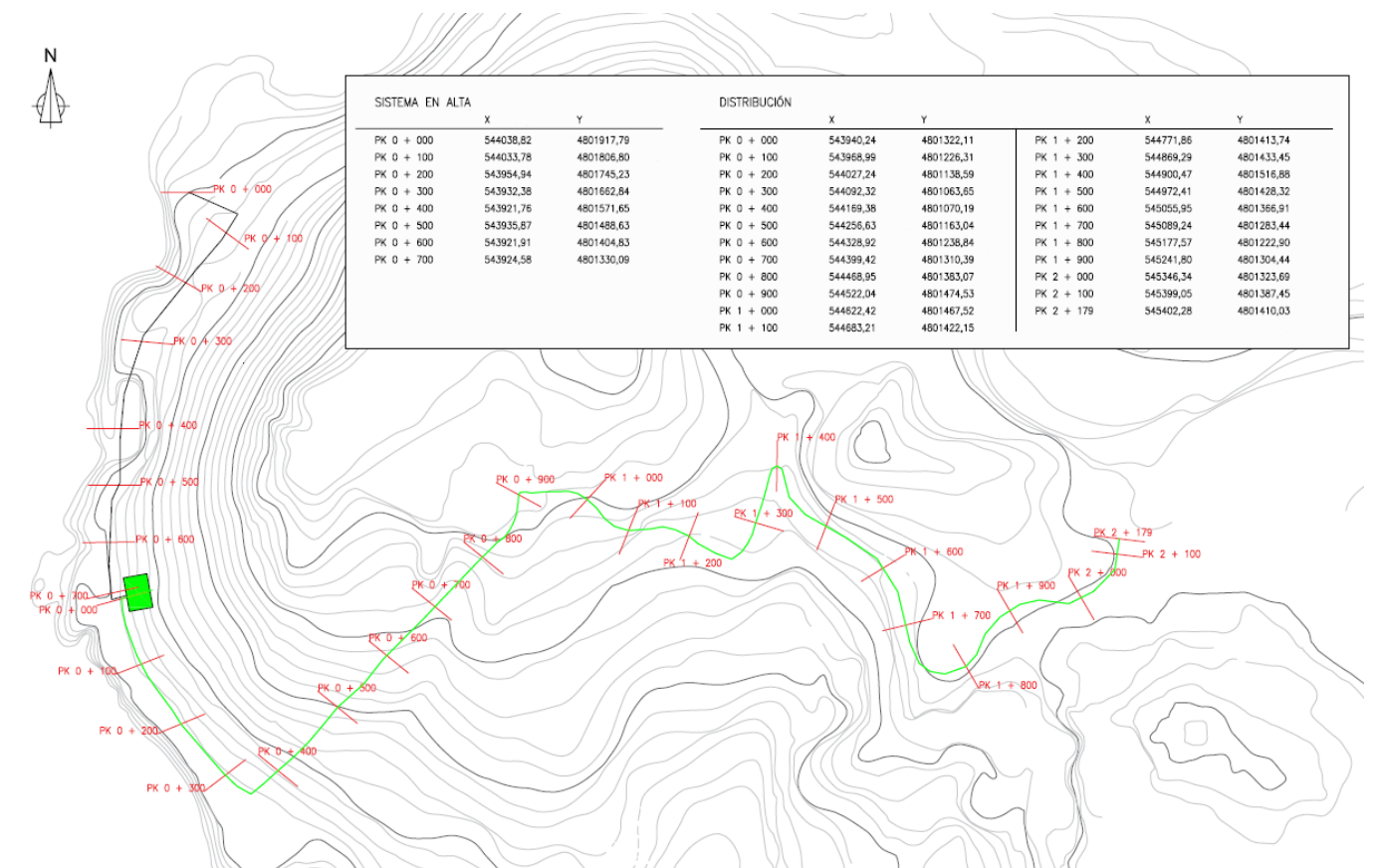


Figura 3. Bases de replanteo escogidas para el sistema en alta y la red de distribución.

Las coordenadas de cada punto se pueden comprobar en los planos de planta y replanteo.



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 3:  
ESTUDIO DE DEMANDAS**

**ANEJO Nº3  
ESTUDIO DE DEMANDAS**

JOSÉ PAJARRÓN PUGA



## ÍNDICE

1. Introducción.....	1
2. Estimación de las dotaciones.....	1
3. Resultados.....	3
4. Cálculo de caudales punta.....	3
5. Calidad asociada.....	4
6. Resumen.....	4



## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este anejo es obtener las demandas de caudal que se deberán de poder suministrar para los usos de proyecto y la estimación de esta. Para ello, se ha empleado la metodología propuesta en la ITOHG-ABA-1/1 "DOTACIONES E CAUDAIS DE AUGA EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO A POBOACIÓNS".

Al tratarse de dotaciones ya calculadas con anterioridad y no desarrollos nuevos, el punto de partida será recopilar toda la información posible acerca de los caudales que consumen los diferentes nudos de demanda que se plantean abastecer en el presente proyecto, con información aportada por el Ayuntamiento de A Coruña y Repsol.

A mayores, para el cálculo del volumen del depósito tendremos en cuenta la dotación de aquellos nudos de demanda que no son objeto de desarrollo completo de su red de distribución pero si se tendrán en cuenta para dimensionar el caudal de tratamiento terciario, el bombeo y el volumen del depósito. Estos nudos son: Polígono de POCOMACO, polígono de A Grela, polígono de Vio, Polígono de Sabón, baldeo de calles de la ciudad de A Coruña y el riego del Campo de golf de A Torre.

En los proyectos de abastecimiento a poblaciones se trabaja con caudales de proyección en función del crecimiento de la población a abastecer y su correspondiente aumento de caudal, en nuestro caso, suponemos que los nudos de demanda mantienen fija su dotación en el tiempo y que tal incremento no se produce. Si se contempla un aumento de la demanda por la incorporación de nuevos usos a la red de agua reutilizada, sin embargo, dicho estudio queda fuera del alcance del presente proyecto.

## 2. ESTIMACIÓN DE LAS DOTACIONES

En este apartado se procede a realizar una estimación de las dotaciones de agua necesarias para obtener los caudales de diseño del sistema de abastecimiento, el cual debe de satisfacer los consumos de agua estimados en los momentos de mayor demanda.

Para su estimación que se empleará la metodología descrita en la ITOHG-ABA-1/1.

La nomenclatura empleada es la siguiente:

$Q_D$ : Caudal diario

$Q_H$ : Caudal horario

$Q_m$ : Caudal medio

$Q_p$ : Caudal punta

$Q_{D_{m,urb}}$ : Caudal o demanda diaria media anual por consumos urbanos

$Q_{D_{m,ind}}$ : Caudal o demanda diaria media anual por consumos industriales

$Q_{D_{m,gan}}$ : Caudal o demanda diaria media anual por consumos ganaderos

$Q_{D_{m,total}}$ :  $Q_{D_{m,urb}} + Q_{D_{m,ind}} + Q_{D_{m,gan}}$ : Caudal o demanda diaria media anual total

### 2.1 Polígono de Sabón

Actualmente el polígono industrial de Sabón consume 40 l/s procedentes del embalse de Rosadoiro, el cual cuenta con su propia ETAP. Esta planta trata el agua para uso únicamente industrial, de modo que además se consumen otros 10 l/s de agua potable que provienen de la red abastecimiento de EMALCSA. Las

necesidades futuras del polígono pasan por un aumento de la cantidad de agua potable hasta 25 l/s y una reducción del agua para uso industrial, situándose en 30 l/s. Dado que estos datos se consideran más fiables se tomarán estos valores para el dimensionamiento de la red, es decir **25 l/s de agua potable y 30 l/s de agua para uso industrial**. Estos datos corresponden con los caudales punta diarios, por tanto no será necesario mayorarlos con coeficientes estacionales punta.

La Estimación de caudales para el Polígono Industrial de Sabón se realiza a partir de la ITOHG-ABA1/1. Se asignan consumos a partir del parámetro l/s.ha según la siguiente tabla:

**Tabla 1. Dotación según el tipo de industria (ITOHG-ABA-1/1)**

Tipo de industria y/o comercio	Dotación (l/s.ha)	Dotación (l/m2.dia)
Bajo consumo de agua	0,25	2,16
Consumo medio de agua	0,5	4,32
Alto consumo de agua	1	8,64

Para la elección del valor de dotación de la tabla se debe asignar un consumo de agua en función de la naturaleza o tipo de actividad industrial, en el polígono de Sabón las empresas presentes se pueden clasificar en los siguientes sectores: Textil, Construcción y derivados, Alimentación, Siderometal y Químicos.

Se puede considerar que las actividades industriales en el polígono presentan un consumo bajo de agua por tanto se elige el valor **0,25 l/s-ha** como dotación.

En cuanto a la superficie del polígono se dispone de las siguientes características:

**Tabla 2. Superficie del polígono de Sabón (<https://poligonosabon.org/>)**

Superficie total	328,8 ha
Superficie útil (contando dotacional)	240,4 ha
Superficie industrial (existente)	160,4 ha

Se utiliza el valor de superficie industrial existente  $Se = 160,4$  ha.

Por tanto,

$$Q_{m,ind} = 160,4 \text{ ha} \cdot 0,25 \frac{l}{s \cdot ha} = 40,1 \frac{l}{s}$$

De los cuales hay que deducir 25 l/s que por exigencias de los procesos industriales deben ser de una calidad superior (agua potable).

### 2.2 Polígono de Pocomaco

Se aplica la metodología descrita en el apartado 3.1 para estimar la demanda del polígono de POCOMACO.

En este caso, cuenta con los siguientes sectores industriales principales: Logística y Transportes, Financiero, Almacenes y Telecomunicaciones.

Se puede considerar que las actividades industriales en el polígono presentan un consumo bajo de agua por tanto se elige el valor **0,25 l/s-ha** como dotación.

En cuanto a la superficie del polígono se dispone de las siguientes características:





Tabla 3. Superficie del polígono de POCOMACO (<https://pocomaco.com/pocomaco>)

Superficie total	7,36 ha
Superficie útil (contando dotacional)	4,79 ha
Superficie industrial (existente)	4,62 ha

Se utiliza el valor de superficie industrial existente  $Se = 4,62$  ha.

Por tanto,

$$Q_{m,ind} = 4,62 \text{ ha} \cdot 0,25 \frac{l}{s \cdot ha} = 1,56 \frac{l}{s}$$

### 2.3 Polígono de A Grela

Se aplica la metodología descrita en el apartado 3.1 para estimar la demanda del polígono de A Grela.

En este caso, cuenta con los siguientes sectores industriales principales: comercial, almacén, elaboración de bebidas y servicios.

Se puede considerar que las actividades industriales en el polígono presentan un consumo medio de agua por tanto se elige el valor **0,50 l/s-ha** como dotación.

En cuanto a la superficie del polígono se dispone de las siguientes características:

Tabla 4. Superficie del polígono de A Grela (<https://www.agrela.com/park.aspx>)

Superficie total	14,21 ha
Superficie útil (contando dotacional)	12,56 ha
Superficie industrial (existente)	8,87 ha

Se utiliza el valor de superficie industrial existente  $Se = 8,87$  ha.

Por tanto,

$$Q_{m,ind} = 8,87 \text{ ha} \cdot 0,50 \frac{l}{s \cdot ha} = 4,43 \frac{l}{s}$$

### 2.4 Polígono de Vío

Se trata de la prolongación del polígono de POCOMACO, con una superficie útil de 3,5 ha. (<https://www.avantespacia.com/suelo/promocion/parque-industrial-de-vio.html>) y con sectores industriales principales logística, oficinas y sector servicios.

Se puede considerar que las actividades industriales en el polígono presentan un consumo bajo de agua por tanto se elige el valor **0,25 l/s-ha** como dotación.

Por tanto,

$$Q_{m,ind} = 3,5 \text{ ha} \cdot 0,250 \frac{l}{s \cdot ha} = 0,87 \frac{l}{s}$$

### 2.6 Campo de Golf de A Torre

En la Comunidad Autónoma de Galicia se contabilizan, en el año 2010, 18 campos de golf, de los cuales 12 se sitúan en la Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa. Se contabilizan un total de 0,61 hm<sup>3</sup>/año el agua demandada por riego de los campos de golf, siendo las estimaciones teóricas muy similares a los datos suministrados para el conjunto de DHGC, con 0,62 hm<sup>3</sup>/año.

También se debe tener en cuenta, desde el punto de vista de la planificación hidrológica, que actualmente un porcentaje importante de estas demandas de agua se abastecen desde el almacenamiento de aguas pluviales, y una tendencia generalizada en aplicar medidas de ahorro, mejorando las técnicas de arroyo, así como utilizando aguas regeneradas. Así, por ejemplo, el Club de Golf Valle de Rois planea ampliar la 18 hoyos y prevé utilizar para su arroyo agua reciclado procedente de la depuradora de una futura urbanización.

A partir de estos datos, recogidos en el apartado 3.6.1. Campos de golf, del Anexo V del Plan Hidrológico Galicia-Costa 2015-2021, podremos estimar los siguientes caudales:

Tabla 5. Características del campo de golf. (PHGC 2015-2021)

Campo	Provincia	Ayuntamiento	Hoyos	Superficie de riego (m <sup>2</sup> )	Demanda teórica (m <sup>3</sup> /año)
Campo municipal de golf Torre de Hércules	A Coruña	A Coruña	6	65.550	30.600

Por tanto,

$$Q_{m,urb} = 30.600 \frac{m^3}{año} \cdot 1000 \frac{l}{m^3} \cdot \frac{1 \text{ año}}{31.536.000 \text{ s}} = 0,97 \frac{l}{s}$$

### 2.7 Baldeo de calles

En base a la ITOHG-ABA-1/1, en su apartado 2.1.4.- Dotaciones e consumos para actividades específicas o centros colectivos, en el cual se estiman dotaciones para servicios de los Ayuntamientos, se ha asignado un consumo de 1,5 L/m<sup>2</sup> destinada a la limpieza de las calles.

Para el cálculo del caudal medio, se ha supuesto una superficie de limpieza mensual de 357.000 m<sup>2</sup>, superficie que se limpió de media en el año 2018 según datos de la web del gobierno local.

Por tanto,

$$Q_{m,urb} = 1,5 \frac{l}{m^2} \cdot 357.000 \frac{m^2}{mes} \cdot \frac{1 \text{ mes}}{2.592.000 \text{ s}} = 0,20 \frac{l}{s}$$

### 2.8 Refinería Repsol

Para la estimación de la dotación de proyecto a la refinería, obtenemos los datos del Plan Hidrológico - Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa en su Anexo V. Sistemas de explotación e balances. En su apartado 5.11.3.3. Unidades de demanda industrial del Sistema de Explotación Río Mero, Arteixo e Ría da



Coruña, recoge las demandas industriales del sistema entre las cuales se encuentra REFINERÍA REPSOL – IPF a la cual se asigna un volumen anual de 1,806 Hm<sup>3</sup>.

Suponiendo una jornada laboral de 16 horas al día y 220 días de trabajo anuales, obtenemos:

$$Q_{m,ind} = 1,806 \frac{Hm^3}{año} \cdot \frac{10^9}{1} \frac{l}{Hm^3} \cdot \frac{1 año}{220 días} \cdot \frac{1 día}{86.400 s} = 95,01 \frac{l}{s}$$

Se estima que todo el volumen de agua consumido, a diferencia de los otros nudos, puede ser cubierto por aguas reutilizadas.

## 2.9 Parque de Bens

En base a la información obtenida del Ayuntamiento de A Coruña y la ITOHG-ABA-1/1 en la cual se estima:

Tabla 6. Características del parque de Bens.

Dotación (m <sup>3</sup> /ha·día)	Estimación de diseño (m <sup>3</sup> /ha·día)	Superficie (ha)	Dotación (m <sup>3</sup> /día) Q <sub>m,urb</sub>	Dotación (l/s) Q <sub>m,urb</sub>
20 a 40	35	30,65	1072,75	12,41

## 3. RESULTADOS

La siguiente tabla presenta un resumen de los caudales medios diarios para los nudos de demanda estudiados. Serán la base de cálculo del volumen para el caudal punta, y este a su vez, para el cálculo del volumen del tratamiento terciario, el bombeo y el depósito:

Tabla 7. Tabla resumen de los resultados.

ID	Nudo	Q <sub>medio</sub> (l/s)	Q <sub>medio</sub> (m <sup>3</sup> /día)
1	Parque de Bens	12,41	1.072,22
2	Refinería Repsol	95,01	8.208,86
3	Polígono de A Grela	4,43	382,75
4	Polígono de Vío	0,87	75,16
5	Polígono de Pocomaco	1,56	134,78
6	Campo de golf A Torre de Hércules	0,97	83,80
7	Baldeo de calles	0,20	17,28
8	Polígono de Sabón	15,1	1.304,64
	<b>TOTAL</b>	<b>130,55</b>	<b>11.279,52</b>

## 4. CÁLCULO DE CAUDALES PUNTA

Los consumos varían tanto a lo largo del año como de las semanas o de las horas del día; responden a los hábitos de la población o a las actividades de una zona de abastecimiento. Al consumo medio diario, obtenido según se muestra en los apartados anteriores, hay que dotarlo de coeficientes de mayoración de puntas. Las puntas son de dos tipos:

- Estacionales: los meses de verano suelen implicar un mayor consumo de agua (arroyos de jardines, piscinas, mayor frecuencia de duchas,...).
- Horarias: el consumo diario no se realiza de modo uniforme. Hay horas del día con consumos mayores y otras con menor consumo.

No se considerarán coeficientes punta estacionales en industria ni en ganadería, por lo tanto se puede definir un caudal diario punta total.

Los nudos de demanda del Parque de Bens, el Campo de Golf de A Torre de Hércules y la limpieza de las calles no experimentan variaciones horarias, es decir, su coeficiente de variación diaria es igual a 1. Sin embargo, si se ven afectados por variaciones estacionales. Se considerará, siguiendo la norma ITOHG-ABA-1/1, una punta estacional de consumos medios diarios urbanos (en la época estival fundamentalmente) de 1,4 en los sistemas de abastecimiento. En el caso de las zonas verdes la variación estacional está ampliamente justificada, mientras que el aumento de población estacional en la ciudad hace que la limpieza de calles sea más necesaria y por tanto aumenta el consumo de agua.

Para los coeficientes punta de los consumos industriales de agua se aconseja el uso de la expresión de la norma alemana ATV-128, “Standard for the dimensioning and design of stormwater structures in combined sewers”:

$$C_{p,h,ind} = \frac{24}{horas de jornada laboral} \cdot \frac{365}{numero de días trabajados al año}$$

Para una industria que trabaje 8 horas al día y 220 días al año o C<sub>p,h,ind</sub> es de 4,97. Una industria que trabaje 16 horas al día y 220 días al año tendría como C<sub>p,h,ind</sub> el valor de 2,5.

Tabla 8. Cálculo de caudales punta.

ID	Nudo	Q <sub>medio</sub> (l/s)	C <sub>p,e,urb</sub>	C <sub>p,h,ind</sub>	QH <sub>p,ind</sub> (l/s)
1	Parque de Bens	12,41	1,4	---	17,37
2	Refinería Repsol	95,01	---	4,97	472,20
3	Polígono de A Grela	4,43	---	4,97	22,01
4	Polígono de Vío	0,87	---	4,97	4,32
5	Polígono de Pocomaco	1,56	---	2,5	3,90
6	Campo de golf A Torre de Hércules	0,97	1,4	---	1,35
7	Baldeo de calles	0,20	1,4	---	0,28
8	Polígono de Sabón	15,1	---	2,5	37,75
	<b>TOTAL</b>				<b>559,18</b>



La dotación estimada a los polígonos industriales, sin embargo, deberá ser ajustada a las necesidades reales de los polígonos, ya que toda su demanda no puede ser satisfecha con agua reutilizada. Dado que los cálculos fueron establecidos mediante instrucciones técnicas de abastecimiento de agua potable, hay que considerar una reducción de la dotación por incompatibilidad de usos.

Esta reducción se debe a las dotaciones destinadas a: higiene del personal de las industrias, aparatos sanitarios, aguas de procesos industriales que requieren calidad superior (fabricación de bebidas, alimentación...), etc.

Debido a la ausencia de una legislación específica en Galicia sobre este tema, se estima una reducción de 45% sobre la dotación inicial para los polígonos industriales.

Tabla 9. Reducción de la demanda sobre  $Q_{punta}$ .

Nudo	Dotación estimada			Dotación real	
	$Q_{medio}$ (l/s)	$C_{p,h,ind}$	$QH_{p,ind}$ (l/s)	%reducción sobre $Q_{punta}$	$QH_{p,ind}$ (l/s)
Polígono de A Grela	4,43	4,97	22,01	45	12,10
Polígono de Vío	0,87	4,97	4,32	45	2,37
Polígono de Pocomaco	1,56	2,5	3,90	45	2,14
Polígono de Sabón	15,1	2,5	37,75	45	20,76

Resultando un  $QH_{p,ind} = 528,57$  l/s.

## 5. CALIDAD ASOCIADA

El caudal calculado en el apartado anterior debe ser el tratado a la hora de dimensionar el tratamiento terciario de la planta EDAR Bens, así como el bombeado al depósito de cabecera.

Con el objetivo de ahorrar costes en la depuración y almacenamiento, buscamos que el caudal sea homogéneo, es decir, que el mismo nivel de tratamiento sea admisible para todos los usos que se proponen.

El REAL DECRETO 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas, fija los parámetros de calidad que se exigen a los diferentes usos. En el presente proyecto se plantean los siguientes usos:

- USOS URBANOS – Servicios: Riego de zonas verdes urbanas y baldeo de calles.
- USOS INDUSTRIALES – Aguas de proceso y limpieza. Torres de refrigeración.

Los requisitos de calidad requeridos a estos usos se recogen en la siguiente tabla

Tablas 10 y 11. Criterios de calidad para la reutilización de las aguas según sus usos (R.D. 1620/2007)

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)			
	NEMATODOS INTESTINALES	ESCHERICHIA COLI	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ
1.- USOS URBANOS				

<b>CALIDAD 1.2</b> a) Riego de zonas verdes urbanas (parques, campos deportivos y similares) b) Baldeo de calles	1 huevo/10 L	200 UFC/100 mL	20 mg/L	10 UNT
<b>2.- USOS INDUSTRIALES</b>				
<b>CALIDAD 3.1</b> Aguas de proceso y limpieza	No se fija límite	10.000 UFC/100 mL	35 mg/L	15 UNT
<b>CALIDAD 3.2</b> Torres de refrigeración	1 huevo/10 L	Ausencia UFC/1000 mL	5 mg/L	1 UNT

OTROS CRITERIOS	
CALIDAD 1.2	OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs. Legionella spp. 100 UFC/L (si existe riesgo de aerosolización)
CALIDAD 3.1	OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs Legionella spp.: 100 UFC/L
CALIDAD 3.2	Legionella spp: Ausencia UFC/L Para su autorización se requerirá: - La aprobación, por la autoridad sanitaria, del Programa específico de control de las instalaciones contemplado en el Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénicosanitarios para la prevención y control de la legionelosis. - Uso exclusivamente industrial y en localizaciones que no estén ubicadas en zonas urbanas ni cerca de lugares con actividad pública o comercial.

De todos los usos planteados, el más restrictivo de todos ellos es la refrigeración industrial, enmarcado dentro de los parámetros de CALIDAD 3.2.

## 6. RESUMEN

En la siguiente tabla se recogen de forma sintética los datos expuestos en los apartados anteriores.

Tabla 12. Resumen.

Caudal estimado ( $Q_{Dp, Total}$ )	528,57 l/s
-------------------------------------	------------



Caudal efluente EDAR	<b>1.500 l/s</b>
Exigencias de calidad	<b>CALIDAD 3.2</b>





ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 4:  
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

**ANEJO Nº4  
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

JOSÉ PAJARRÓN PUGA



## ÍNDICE

1. Introducción .....	1
2. Cota de las demandas .....	1
3. Selección de las alternativas .....	1
4. Datos de partida .....	2
5. Alternativas .....	2
6. Cálculo del bombeo y elección de los diámetros de conducción.....	5
7. Criterios de evaluación.....	6
8. Valoración de alternativas.....	7
9. Solución adoptada y definición del alcance del proyecto constructivo .....	9

### Apéndice I

#### PLANOS

##### I.I Alternativa 1

##### I.II Alternativa 2

##### I.III Alternativa 3 – Solución adoptada

##### I.IV Alternativas superpuestas



## 1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se estudian las alternativas propuestas para la solución de la obtención, canalización, almacenamiento y distribución de agua reciclada desde E.D.A.R. Bens hasta su destino final. Una vez definidas y estudiadas cada una de ellas, se determinará cuál de ellas es la mejor atendiendo a una serie de criterios.



Figura 1. Estado actual del ámbito de actuación.

El presente proyecto trata de la implantación de un tratamiento terciario en el efluente de la depuradora, bombeo hasta un depósito principal, construcción de dicho depósito y distribución hasta el parque de Bens, con fines de riego. El objetivo final es garantizar la demanda en cualquier momento, de agua reutilizada, para los usos deseados.

La red de distribución que lleva el agua desde el depósito hasta las demandas que se prevén en el futuro (refrigeración de la refinería, aguas de proceso en polígonos industriales, riego de campos de golf y zonas verdes y baldeo de calles) queda fuera del alcance del presente proyecto, sin embargo, sí se desarrollará por completo la red de distribución desde el depósito hasta las acometidas para el riego del parque de Bens.

## 2. COTA DE LAS DEMANDAS

El nuevo depósito se debe ubicar a una cota que permita abastecer a todas las demandas de agua que se plantean, ya sea mediante un bombeo o por gravedad. Esta ubicación se determinará en función de las exigencias de velocidad y presión que deberá el agua en las conducciones y en los puntos de consumo, respectivamente.

En el ámbito de estudio del presente proyecto se definen las siguientes demandas:

Tabla 1. Cotas máxima y mínima de los nudos de demanda estudiados.

NOMBRE	COTA MÁX. (m.s.n.m.)	COTA MÍN. (m.s.n.m.)
Parque de Bens	140	110
Refinería Repsol	40	35
Polígono de A Grela	100	195
Polígono de Vío	100	95
Polígono de Pocomaco	80	65
Campo de golf A Torre de Hércules	30	20
Baldeo de calles	Carga en depósito de cabecera	
Polígono de Sabón	115	90

Existen otros puntos de interés en la ciudad donde se puede implementar el uso de aguas regeneradas, tales como: riego de zonas verdes interiores, estanques ornamentales de flujo circular y sin acceso al público, descarga de aparatos sanitarios, sistemas contra incendios, lavado de coches.

Dichos usos tienen un rango de cotas intermedio a los expuestos anteriormente por lo que en caso de querer ampliar la red en un futuro podría hacerse desde el mismo depósito de cabecera asegurando un correcto suministro de agua en parámetros de presión-velocidad.

## 3. SELECCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Las alternativas propuestas deben de cumplir con los criterios de velocidad de circulación del agua y presión en los nudos.

### Presiones

Con carácter general los diámetros de las tuberías se deben de diseñar de tal manera que se consigan mantener las presiones que se alcancen en la red en unos límites adecuados. Como referencia, se empleará una presión mínima recomendada de 0,25 MPa y máximas de 0,6 MPa (ITOHG-ABA-1/2) por encima de esta presión habrá que justificar que no se producen daños en las redes y sistemas.

### Velocidades de circulación del agua

La determinación de la velocidad de circulación del agua es esencial en el diseño de la red de abastecimiento, ya que para un caudal establecido, depende de la velocidad la elección de la tubería. Por razones funcionales, la velocidad de circulación del agua debe de quedar comprendida entre un valor máximo y un valor mínimo. Si la velocidad fuese excesivamente alta, se producirían elevadas pérdidas de carga y las y sobrepresiones derivadas de los posibles golpes de ariete pueden resultar relevantes, provocando roturas en las conducciones. Además, evitar la erosión de los materiales de la tubería o del revestimiento constituye otra de las razones que justifican la limitación de la velocidad máxima de circulación del agua.

Por otro lado, cuando la velocidad de circulación del agua es excesivamente baja, se facilita la formación de depósitos de materiales en suspensión que pueden provocar obstrucciones e incrustaciones en las paredes, reduciendo la sección útil del paso. Con carácter general, se establecerá una velocidad mínima de 0,5m/s, que debe en algún momento del día. Respecto a las velocidades máximas, las ITOHG definen los siguientes



límites en función del diámetro de la tubería, que no deben ser superados en distribuciones por gravedad (en el caso de impulsiones se puede considerar un incremento de un 20%).

Tabla 2. Tabla de velocidades máximas en función del diámetro (ITOHG-ABA-1/2).

	GRAVEDAD	IMPULSIONES
ID (mm)	V (m/s)	V (m/s)
100	0,8	0,96
150	0,94	1,128
200	1,06	1,27
250	1,16	1,39
300	1,24	1,48
350	1,32	1,58
400	1,40	1,68
450	1,46	1,75
500	1,53	1,86
600	1,64	1,93
800	1,84	2,20
1.000	2,01	2,41
1.200	2,17	2,60
1.400	2,30	2,76
1.600	2,43	2,91

#### Diámetros

El diámetro de las tuberías se determina en función de del caudal y de la velocidad de circulación del agua. El diámetro escogido para las tuberías es el menor diámetro que garantice la correcta demanda a los distintos núcleos de población sin generar valores de velocidad superiores a los permitidos ni presiones fuera de los límites de referencia establecidos.

## 4. DATOS DE PARTIDA

### 4.1. Caudal de proyecto y demandas

Tabla 3. Estimación de la dotación de caudales en los nudos de demanda (ITOHG-ABA-1/1).

NUDO DE DEMANDA	ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA (l/s)		DISTANCIA A LA EDAR (km)
	l/s	m3/día	
Parque de Bens	17,37	1500,76	1,25
Refinería Repsol	472,20	40798,08	1,91
Polígono de A Grela	12,10	1045,44	3,21
Polígono de Vío	2,37	204,78	4,33
Polígono de Pocomaco	2,14	184,89	4,68
Campo de golf A Torre de Hércules	1,35	116,64	6,27
Baldeo de calles	0,28	24,19	---

Polígono de Sabón	37,75	3261,60	6,58
-------------------	-------	---------	------

En el caso del baldeo de calles, no procede la “distancia a la EDAR” ya que se proyecta una dársena de carga de los camiones de baldeo integrada en el propio depósito de cabecera.

En el anejo nº 3 - Estudio de demandas se estimó la dotación de caudal necesaria para los distintos nudos de demanda, así como los valores de caudales medios y punta para tener en cuenta las variaciones que se producen en la demanda en el ámbito estacional y horario. A continuación se recogen los resultados principales recogidos en el citado anejo:

- **QDm, Total = 130,55 l/s = 11.279,50 m³/día**
- **QDp, Total = 528,57 l/s = 45.462,52 m³/día (incluyendo todas las demandas)**
- **QDp, Total = 73.36 l/s = 6.338,30 m³/día (sin contar la refinería)**

## 5. ALTERNATIVAS

En este apartado se exponen las alternativas estudiadas.

Todas las alternativas comienzan en el mismo punto, las instalaciones de la E.D.A.R. Bens, en las unidades del tratamiento terciario. Así mismo, las conducciones de distribución que se desarrollan en este proyecto, que se limitan únicamente al riego del parque de Bens, comprenden el tramo desde el depósito de cabecera hasta la acometida del parque, ya que se prevé aprovechar las conducciones existentes en el parque.

Por tanto, el presente estudio se enfoca en optimizar los procesos de afino en función del caudal y la calidad requerida y en la ubicación y tipología de los depósitos.

### 5.1. Alternativa 1

La primera alternativa consiste en bombear un caudal homogéneo, sin distinción de calidades, desde la planta hasta un depósito de cabecera ubicado geográficamente en un punto medio entre los diferentes nudos de demanda.





Figura 2. Situación de la alternativa 1.

Desde dicho depósito de cabecera se desarrollaría la distribución a los diferentes nudos de demanda.

En esta alternativa, al homogeneizar el caudal de salida sin importar su uso final, todo el caudal de agua bombeada debe ser de CALIDAD 3.2. Esto condiciona el tratamiento terciario ya que debe ser dimensionado para los 559,18 l/s.

La cota del depósito es de +160 m.s.n.m. y su volumen se obtiene siguiendo la metodología propuesta por la ITOHG-ABA-1/5 "DEPÓSITOS EN SISTEMAS DE CONDUCCIONES", la capacidad del depósito debe de ser tal que permita abastecer, sin llegadas de la ETAP u otras fuentes de suministro, la demanda punta diaria en el año horizonte del proyecto durante un día completo, es decir, la demanda punta diaria afectada por el coeficiente estival. Adicionalmente, se considera un incremento del 20% del volumen anterior para casos de incendios. Así, la capacidad máxima de almacenamiento del depósito es la siguiente:

$$V_{\max} = Q_{D,\text{Total}} \cdot 1 \text{ día} \cdot (1+0,2) = 11.279,50 \text{ m}^3/\text{día} \cdot 1 \text{ día} \cdot 1,2 = 13.535 \text{ m}^3.$$

Para simplificar, se considerará que el depósito tendrá una capacidad máxima de almacenamiento de 14.000 m<sup>3</sup>.

Como primera aproximación al bombeo, se calcula la potencia de la bomba requerida:

$$P_c = \frac{H \cdot Q}{367 \cdot \eta_p \cdot \eta_m}$$

Donde:

P<sub>c</sub>: potencia de la bomba en W

H: altura de bombeo requerida: 160 m

Q: caudal de bombeo: 559,18 l/s = 2.013,04 m<sup>3</sup>/h

η<sub>p</sub>: rendimiento de la bomba (se asume un rendimiento del 75%)

η<sub>m</sub>: rendimiento del motor (se asume un rendimiento del 85%)

Por tanto:

$$P_c = \frac{160 \cdot 2.013,04}{367 \cdot 0,85 \cdot 0,75} = 1.367,65 \text{ W}$$

Como primera aproximación al depósito, se dimensiona un depósito de 50x70x4 situado en la coronación del monte, tal como se muestra en la figura 2.

## 5.2. Alternativa 2

Debido a la diferencia de calidades en el tratamiento terciario, la segunda alternativa planteada se basa en separación del caudal total por calidades.



Figura 3. Situación de la alternativa 2.

La dotación destinada a la refinería, al ser requerida de una calidad superior, tendría un tratamiento terciario superior, de microfiltración.





Dicho tratamiento no es exigido a los usos de riego, baldeo y aguas de polígonos industriales, por tanto, diferenciar los usos (dos bombeos, dos depósitos) se traducirá en un importante ahorro en costes de explotación (en concepto de afino terciario del agua), pese a que el coste de la infraestructura necesaria sea, a priori, mayor.

El depósito principal, en la parte superior del monte, situado a una cota +160 m.s.n.m., servirá para dar servicio a los nudos de demanda planteados, a excepción de la refinería. Así, la capacidad máxima de almacenamiento del depósito es la siguiente:

$$V_{\max} = Q_{D,\text{Total}} \cdot 1 \text{ día} \cdot (1+0,2) = 6.338,30 \text{ m}^3/\text{día} \cdot 1 \text{ día} \cdot 1,2 = 7.605,96 \text{ m}^3.$$

Para simplificar, se considerará que el depósito tendrá una capacidad máxima de almacenamiento de 8.000 m<sup>3</sup>.

En la parte inferior del monte, orientado hacia la refinería, tal y como se puede apreciar en la figura 3 se ubica el segundo depósito, destinado únicamente para el uso de agua de la misma.

La cota de la solera en este depósito es de + 25 m.s.n.m. y su capacidad máxima de almacenamiento debe ser tal que permita abastecer, sin llegadas de la fuente de suministro, la demanda punta diaria en el año horizonte del proyecto durante un día completo, es decir, la demanda punta diaria afectada por el coeficiente estival. Este volumen no se ve afectado por la mayoración de caudal destinada a hidrantes de incendio.

Se considera que el volumen necesario para ese segundo depósito es de 8.208,86 m<sup>3</sup> que para simplificar, se considerará una capacidad máxima de 9.000 m<sup>3</sup>.

Como primera aproximación al bombeo, se calcula la potencia de la bomba requerida para el depósito superior:

$$P_c = \frac{H \cdot Q}{367 \cdot \eta_p \cdot \eta_m}$$

Donde:

P<sub>c</sub>: potencia de la bomba en W

H: altura de bombeo requerida: 160 m

Q: caudal de bombeo: 73,36 l/s = 264,09 m<sup>3</sup>/h

η<sub>p</sub>: rendimiento de la bomba (se asume un rendimiento del 75%)

η<sub>m</sub>: rendimiento del motor (se asume un rendimiento del 85%)

Por tanto:

$$P_c = \frac{160 \cdot 264,09}{367 \cdot 0,85 \cdot 0,75} = \mathbf{180,60 \text{ W}}$$

Para el bombeo al depósito que abastecerá a la refinería:

$$P_c = \frac{40 \cdot 1.699,92}{367 \cdot 0,85 \cdot 0,75} = \mathbf{290,63 \text{ W}}$$

Como primera aproximación a los depósitos, se dimensionan dos depósitos iguales con dimensiones 35x50x5 (capacidad total 8750 m<sup>3</sup>), tal como se muestra en la figura 3.

### 5.3. Alternativa 3

La tercera alternativa planteada se basa en el mismo principio que la segunda alternativa, diferenciando las dotaciones por calidades.

Se plantean así mismo dos depósitos: uno de ellos para dar servicio a los polígonos, riego, baldeo y el campo de golf y el otro para la refinería.

En este caso, aprovechando la explanada disponible en la base del monte a una cota de + 25 m.s.n.m., se proyecta la construcción de ambos depósitos.



Figura 4. Situación de la alternativa 3.

En el caso de la refinería, la distribución se realizará por gravedad mientras que en el otro depósito, aparte de disponer las dársenas de carga para los camiones de baldeo, se proyecta una tubería de impulsión con su correspondiente caseta de bombeo que permita alcanzar la cota suficiente para el riego del parque del monte de San Pedro, que se encuentra entre las cotas +110 y +140 m.s.n.m.

La principal diferencia con la alternativa número dos, a parte de la nueva ubicación del depósito, es el ahorro que supone no bombear el agua por encima de las exigencias del terreno, como se propone en la segunda alternativa, que sitúa la solera del depósito 20 metros por encima del parque, que es la cota más alta a la que debe suministrar agua dicho depósito.





Al igual que en la alternativa 2, ambos depósitos tendrán capacidad para 8750 m<sup>3</sup> (35x50x5).

La tipología del depósito o depósitos será analizada de forma detallada en el Anejo nº 10 Cálculos hidráulicos, la representación de estas figuras es aproximada y puede no corresponder con el diseño final.

Como primera aproximación a los bombeo, se calcula la potencia de la bomba requerida para ambos depósitos. La diferencia de las bombas instaladas reside en el caudal de bombeo, siendo constante la altura de bombeo:

$$P_c = \frac{H \cdot Q}{367 \cdot \eta_p \cdot \eta_m}$$

Donde:

P<sub>c</sub>: potencia de la bomba en W

H: altura de bombeo requerida: 40 m

Q<sub>1</sub>: caudal de bombeo: 73,36 l/s = 264,09 m<sup>3</sup>/h (depósito principal)

Q<sub>2</sub>: caudal de bombeo: 472,20 l/s = 1.699,92 m<sup>3</sup>/h (depósito de la refinería)

η<sub>p</sub>: rendimiento de la bomba (se asume un rendimiento del 75%)

η<sub>m</sub>: rendimiento del motor (se asume un rendimiento del 85%)

Por tanto:

$$P_{c1} = \frac{40 \cdot 264,09}{367 \cdot 0,85 \cdot 0,75} = 45,15 \text{ W}$$

$$P_{c2} = \frac{40 \cdot 1.699,92}{367 \cdot 0,85 \cdot 0,75} = 290,63 \text{ W}$$

Como esta alternativa requiere de un rebombeo para llevar el agua hasta la coronación del monte, donde se encuentra la zona de riego del parque, se calcula la potencia de la segunda bomba, instalada en el depósito principal, y que requiere una altura de bombeo de 120 m.:

$$P_{c\text{rebombeo}} = \frac{120 \cdot 264,09}{367 \cdot 0,85 \cdot 0,75} = 135,45 \text{ W}$$

## 6. CÁLCULO DEL BOMBEO Y ELECCIÓN DE DIÁMETROS DE CONDUCCIÓN

Puesto que todo el caudal será bombeado, una parte importante de los costes de explotación será el bombeo. Es importante detallar correctamente el cálculo del bombeo.

Como suele ser habitual, la opción más económica sería bombear todo el caudal por la noche, aprovechando el ahorro de coste energético de que supone la tarifa nocturna. Sin embargo, cuanto menor sean las horas de funcionamiento de la bomba, mayor va a ser el caudal bombeado por hora, y por tanto mayor será la velocidad del agua que circula por las tuberías.

Como las pérdidas de energía aumentan con el cuadrado de la velocidad (Darcy-Weisbach), aguas arriba de la bomba se producirán descensos de presión importantes, que podrían provocar que no llegue la presión suficiente al resto de nudos para garantizar la demanda requerida. Por lo tanto, para la elección del caudal a bombear se utilizará se empleará aquel que resulte más económico, para lo cual se deben de tener en cuenta el diámetro de la tubería, el precio de la bomba y las horas de funcionamiento, siempre que cumple las siguientes restricciones:

- Restricciones de velocidad: No se generen velocidades mayores a las velocidades máximas permitidas en las tuberías de nueva construcción. Según los valores del apartado 3 del presente anejo.
- Restricciones de presión: Aquí se debe cumplir que no se generen presiones negativas en ningún nudo de la red.

### 6.1. Restricciones de velocidad alternativa 1

Tabla 4. Diámetros que cumplen las restricciones de velocidad de circulación del agua indicadas en el apartado 3.  
Q=559,18 l/s

			(ITOHG-ABA-1/1)							
			D (mm)		600		800		1000	
			vmax (m/s)		1.64		1.84		2.01	
			A (m <sup>2</sup> )		0.283		0.503		0.785	
Nº horas	Q bombeo (L/s)	Qbombeo (m <sup>3</sup> /h)	v		v		v		v	
8	1677.54	6039.14	5.933	No cumple	3.337	No cumple	2.136	No cumple	1.483	Cumple
9	1491.15	5368.13	5.274	No cumple	2.967	No cumple	1.899	Cumple	1.318	Cumple
10	1342.03	4831.32	4.746	No cumple	2.670	No cumple	1.709	Cumple	1.187	Cumple
11	1220.03	4392.10	4.315	No cumple	2.427	No cumple	1.553	Cumple	1.079	Cumple
12	1118.36	4026.10	3.955	No cumple	2.225	No cumple	1.424	Cumple	0.989	Cumple
24	559.18	2013.05	1.978	No cumple	1.112	Cumple	0.712	Cumple	0.494	Cumple

Se han remarcado en naranja los valores que cumplen los límites establecidos. A partir de estos resultados se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- Una tubería de 600 mm de diámetro generaría velocidades de circulación del agua mayores a la establecida, que acabarían deteriorando la tubería. Se superan los límites para todos los casos, por lo que la opción de utilizar una tubería de 600 mm queda descartada
- Con una tubería de 800 mm únicamente se podría bombear el agua de forma continua durante las 24 h del día.
- La opción de tuberías de 1000 mm y 1200 mm permite realizar un bombeo menor de 12 h, aprovechando la tarifa nocturna.
- La conducción de 1200 mm es la única que permite un bombeo de 8 h.
- La opción de utilizar una conducción de 1200 mm y bombear el caudal necesario durante 24 h queda descartada por no alcanzarse el límite inferior de velocidad de circulación del agua (0,5 m/s).

Por tanto, la opción escogida es un bombeo de 9 h. con una tubería de 1000 mm de diámetro.

### 6.2. Restricciones de velocidad alternativas 2 y 3

Tabla 5. Diámetros que cumplen las restricciones de velocidad de circulación del agua indicadas en el apartado 3.  
Q=73,36 l/s



(ITOHG-ABA-1/1)			D (mm) 300	D (mm) 350	D (mm) 400	D (mm) 450
			vmax (m/s) 1.24	vmax (m/s) 1.32	vmax (m/s) 1.4	vmax (m/s) 1.46
			A (m2) 0.071	A (m2) 0.096	A (m2) 0.126	A (m2) 0.159
Nº horas	Q bombeo (L/s)	Q bombeo (m3/h)	v	v	v	v
8	220.08	792.29	3.113 No cumple	2.287 No cumple	1.751 No cumple	1.384 Cumple
9	195.63	704.26	2.768 No cumple	2.033 No cumple	1.557 No cumple	1.230 Cumple
10	176.06	633.83	2.491 No cumple	1.830 No cumple	1.401 No cumple	1.107 Cumple
11	160.06	576.21	2.264 No cumple	1.664 No cumple	1.274 Cumple	1.006 Cumple
12	146.72	528.19	2.076 No cumple	1.525 No cumple	1.168 Cumple	0.923 Cumple
24	73.36	264.10	1.038 Cumple	0.762 Cumple	0.584 Cumple	0.461 Cumple

Se han remarcado en naranja los valores que cumplen los límites establecidos. A partir de estos resultados se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- Una tubería de 300 mm de diámetro generaría velocidades de circulación del agua mayores a la establecida, que acabarían deteriorando la tubería. Se superan los límites para todos los casos menos en el bombeo durante todo el día, por lo que la opción de utilizar una tubería de 600 mm queda descartada ya que implica un gasto energético considerablemente superior.
- Con una tubería de 350 mm únicamente se podría bombear el agua de forma continua durante las 24 h del día, mismo razonamiento que para el diámetro de 300 mm
- La opción de tuberías de 400 mm y 450 mm permite realizar un bombeo menor de 12 h, aprovechando la tarifa nocturna.
- La conducción de 1200 mm es la única que permite un bombeo de 8 h.
- La opción de utilizar una conducción de 400 mm y bombear el caudal necesario durante 24 h queda descartada por no alcanzarse el límite inferior de velocidad de circulación del agua (0,5 m/s).

Por tanto, la opción escogida es un bombeo de 8 h. con una tubería de 450 mm de diámetro.

## 7. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

En este apartado se valora cada una de las alternativas utilizando los siguientes criterios:

- Funcional
- Económico
- Ambiental
- Social

Para establecer la alternativa óptima, se puntuará cada una de ellas del 1 al 5 en función del criterio establecido, siendo 1 el valor más bajo y 5 el valor más alto.

### 7.1. Criterio funcional

Con este criterio se valoran cualitativamente las alternativas en función de la accesibilidad a las instalaciones, la funcionalidad de la explotación y la facilidad de la construcción.

En la alternativa 1, la accesibilidad del depósito es alta, ya que la carretera que llega hasta el almacén de chatarra *Francisco Mata S.A.* continúa hasta el alto del monte y por tanto, hasta el depósito.

No obstante es una vía con tramos de tierra y grava que limitará hasta cierto punto el acceso a maquinaria pesada y a los camiones de baldeo que accedan al depósito a cargar agua.

En la alternativa 2, el depósito situado en lo alto del monte comparte el análisis realizado para la primera alternativa. Con la salvedad que en esta alternativa el depósito es de una capacidad menor, lo que facilitaría posibles reparaciones.

El depósito situado en la base del monte no cuenta actualmente con una vía de acceso y sería parte del proyecto su construcción. Sin embargo, una vez construida la vía de acceso, el acceso a los depósitos es muy alto y con una gran operatividad al disponer de carreteras asfaltadas y de calidad.

De igual forma sucede con la alternativa 3, se requiere de la construcción de una vía de acceso al emplazamiento de los depósitos.

Tablas 6 y 7. Valoración en función del criterio funcional.

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Accesibilidad al depósito	Buena	Buena	Elevada
Complejidad de la alternativa	Baja	Media	Media
Necesidad de infraestructuras auxiliares	No	Si	Si
Facilidad sustitución de la conducción	Difícil	Medio	Fácil
Posibilidad de ampliación del depósito	Difícil	Medio	Fácil

	PUNTUACIÓN
ALTERNATIVA 1	2.7
ALTERNATIVA 2	4.0
ALTERNATIVA 3	4.4

### 7.2. Criterio económico

Mediante este criterio se busca que la alternativa escogida sea lo más barata posible para evitar sobredimensionamientos de la obra.

Para la valoración de las infraestructuras se aplicarán los precios unitarios empleados en el Plan de Abastecimiento de Galicia a las diferentes componentes del abastecimiento. Estos precios unitarios fueron determinados en base a datos reales de infraestructuras ejecutadas por la Administración Hidráulica de Galicia y por otros organismos, a partir de los cuales se obtuvieron las siguientes tablas y curvas de precio para cada una de las componentes del abastecimiento.

Tablas 8 y 9. Valoración en función del criterio económico.

	Movimiento de tierras	Canalizaciones	Reposición de firmes	Valvulería y control	Costes de explotación	TOTAL
	45 €/m3	120 €/m	35 €/m2	45 €/m3	Bombeo + tratamiento terciario	
ALT. 1	506.250	60.000	131.250	630.000	10.378,44	1.337.878,44
ALT. 2	423.645	83.500	133.654	523.546	1.624,24	1.165.969,24
ALT. 3	389.262	75.000	138.646	523.546	1.426,48	1.127.888,48

	PUNTUACIÓN
ALTERNATIVA 1	3.8
ALTERNATIVA 2	4.3
ALTERNATIVA 3	4.4





Estos precios son orientativos y no se tendrán en cuenta en el presupuesto.

7.3 Criterio ambiental

En este apartado se valoran las posibles afecciones ambientales que se pueden producir durante la obra y su explotación.

Tablas 10 y 11. Valoración en función del criterio ambiental.

ÇAd	Impacto visual	Gasto de energía	Paralelismos/cruces con cauces
ALTERNATIVA 1	Alto	Alto	No
ALTERNATIVA 2	Medio	Medio	No
ALTERNATIVA 3	Bajo	Medio	No

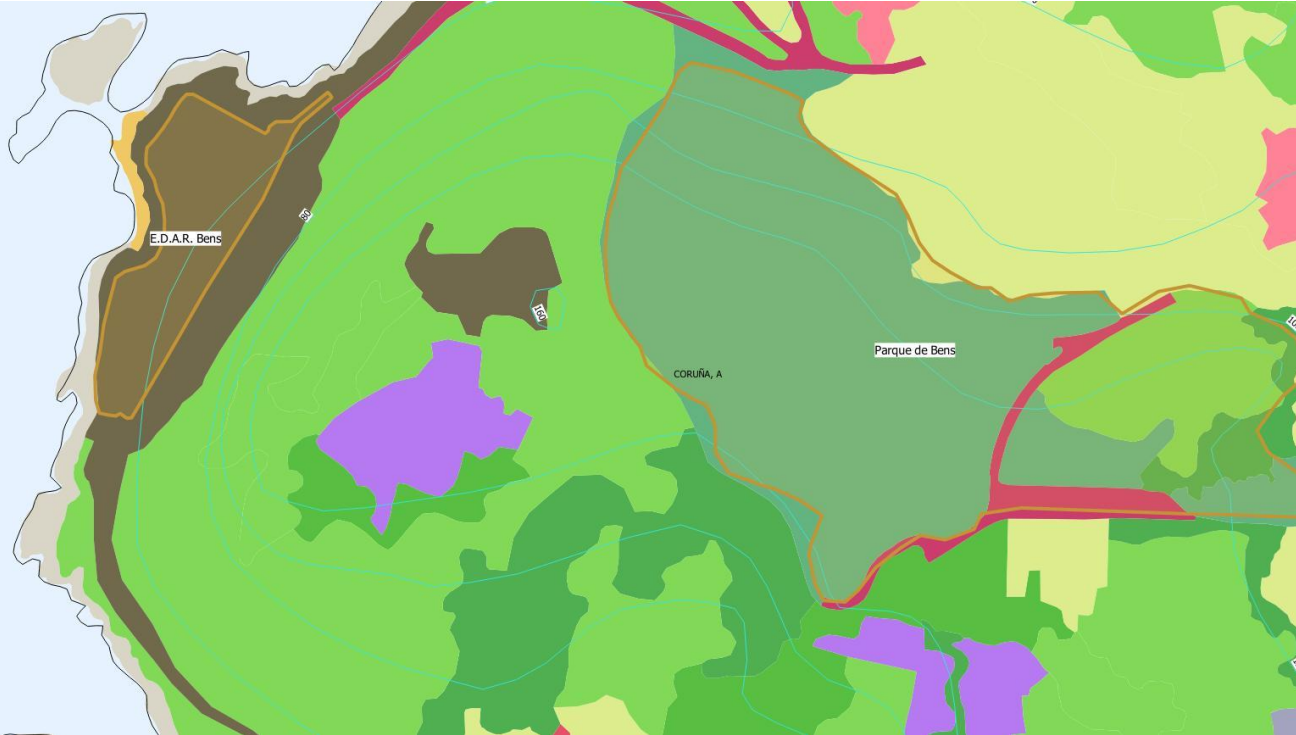
	PUNTUACIÓN
ALTERNATIVA 1	2.8
ALTERNATIVA 2	3.6
ALTERNATIVA 3	4.6

7.4 Criterio social

Mediante este criterio se busca que los elementos que forman parte de la actuación causen el menor impacto posible.

Se tiene en cuenta el número de depósitos y el uso del suelo en el que se sitúan, la longitud total de las tuberías y el tipo de suelo por el que discurre el trazado.

Para determinar los usos del suelo se emplea el SIOSE, representado sobre la zona de actuación:



Para una mejor caracterización del terreno, el parcelario que lo conforma y las restricciones que se aplican se ha consultado a mayores, el catastro y el P.G.O.M. de A Coruña.



Figura 6. Catastro de la zona de actuación.

Tablas 12 y 13. Valoración en función del criterio económico.

	DEPÓSITOS		CONDUCCIONES	TRAZADO	
	Nº de depósitos	Parcelas afectadas	Longitud total (m)	En alta	Distribución
ALTERNATIVA 1	1	3	1.700	1.500	200
ALTERNATIVA 2	2	3	2.200	2.000	200
ALTERNATIVA 3	2	2	2.500	1.000	1.500

	PUNTUACIÓN
ALTERNATIVA 1	4.0
ALTERNATIVA 2	4.2
ALTERNATIVA 3	3.9

8. VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS

Para poder integrar y sintetizar toda la información y resultados obtenidos tras el análisis de las variables para cada una de las alternativas, hay que hacer uso de herramientas de decisión adecuadas y ajustadas a las necesidades de los promotores de los proyectos, en su sentido más amplio. Así, han ido surgiendo multitud de herramientas y modelos de análisis que tienen en cuenta varios criterios de carácter técnico, económico, ambientales o sociales a los que les asignan pesos específicos, de tal modo que se puede llevar a cabo una valoración integrada de cada una de las alternativas. Estos modelos se denominan Modelos de Decisión Multicriterio.

En el caso que nos ocupa se ha decidido utilizar el Método PRESS, desarrollado por el profesor Gómez Senent, de la Universidad Politécnica de Valencia.



Trata de determinar la alternativa más favorable desde el punto de vista del análisis comparado con el resto de las alternativas posibles. Esto es, establece las relaciones entre alternativas para todos y cada uno de los criterios establecidos. De este modo, el método busca la elección óptima en aquella alternativa que es mejor que las demás en el mayor número posible de criterios y es la que tiene menores debilidades frente a las restantes.

La formulación del modelo se hace partiendo de las “n” alternativas elaboradas  $A = \{a_i, i=1,2,\dots,n\}$ , que van a ser evaluadas según “m” criterios  $C = \{c_j, j=1,2,\dots,m\}$ . Se han definido tres alternativas diferentes denominadas A1, A2 y A3.

Y los criterios utilizados son:

FUNC	FUNCIONALIDAD (C1)
COST	COSTE (C2)
AFEA	AFECCIONES AMBIENTALES Y SOSTENIBILIDAD (C3)
AFES	AFECCIONES A SERVICIOS Y MOLESTIAS AL CIUDADANO (C4)

### 8.1 Matriz decisional

Una vez estudiadas las alternativas, hay que asignar los valores objetivos de cada valor de los criterios a cada uno de ellos, formando la siguiente matriz de elementos  $v_{ij}$ , que se denomina matriz decisional.

Tabla 14. Matriz decisional.

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	...	C <sub>j</sub>	...	C <sub>m</sub>
a <sub>1</sub>	V <sub>11</sub>	V <sub>12</sub>		V <sub>1j</sub>		V <sub>1m</sub>
a <sub>2</sub>	V <sub>21</sub>	V <sub>22</sub>		V <sub>2j</sub>		V <sub>2m</sub>
...						
a <sub>i</sub>	V <sub>i1</sub>	V <sub>i2</sub>		V <sub>ij</sub>		V <sub>im</sub>
...						
a <sub>n</sub>	V <sub>n1</sub>	V <sub>n2</sub>		V <sub>nj</sub>		V <sub>nm</sub>

### 8.2 Homogeneización de los valores

El siguiente paso es homogeneizar los valores de la matriz, dividiéndolos, por ejemplo, por la diferencia entre el valor máximo y el mínimo de la columna correspondiente, obteniéndose unos nuevos valores homogeneizados que estarán entre 0 y 1:

$$h_{ij} = \frac{v_{ij} - \min_{i=1,n} v_{ij}}{\max_{i=1,n} v_{ij} - \min_{i=1,n} v_{ij}}$$

Obteniéndose la matriz homogeneizada.

Tablas 15 y 16. Matriz homogeneizada.

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	...	C <sub>j</sub>	...	C <sub>m</sub>
a <sub>1</sub>	h <sub>11</sub>	h <sub>12</sub>		h <sub>1j</sub>		h <sub>1m</sub>
a <sub>2</sub>	h <sub>21</sub>	h <sub>22</sub>		h <sub>2j</sub>		h <sub>2m</sub>
...						
a <sub>i</sub>	h <sub>i1</sub>	h <sub>i2</sub>		h <sub>ij</sub>		h <sub>im</sub>
...						
a <sub>n</sub>	h <sub>n1</sub>	h <sub>n2</sub>		h <sub>nj</sub>		h <sub>nm</sub>

### 8.3 Pesos específicos de ponderación

Para cada uno de los criterios se tienen que establecer los distintos pesos específicos, de manera que se pueda ponderar la importancia relativa de cada criterio en la decisión final. Los pesos tienen que ser números positivos y la suma de todos los pesos tiene que ser uno. Estos pesos son  $P = \{p_j, j=1,2,\dots,m\}$

**Funcional: 0,20 (20%) - Económico: 0,40 (40%) - Ambiental: 0,30 (30%) - Social: 0,10 (10%)**

### 8.4 Matriz homogeneizada ponderada

Con los pesos anteriores  $P = \{p_j, j=1,2,\dots,m\}$  y los valores ponderados que se obtienen son:

$$vp_{ij} = h_{ij} \cdot p_j$$

Y se obtiene la matriz homogeneizada ponderada.

Tablas 17 y 18. Matriz homogeneizada ponderada.

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	...	C <sub>j</sub>	...	C <sub>m</sub>
a <sub>1</sub>	vp <sub>11</sub>	vp <sub>12</sub>		vp <sub>1j</sub>		vp <sub>1m</sub>
a <sub>2</sub>	vp <sub>21</sub>	vp <sub>22</sub>		vp <sub>2j</sub>		vp <sub>2m</sub>
...						
a <sub>i</sub>	vp <sub>i1</sub>	vp <sub>i2</sub>		vp <sub>ij</sub>		vp <sub>im</sub>
...						
a <sub>n</sub>	vp <sub>n1</sub>	vp <sub>n2</sub>		vp <sub>nj</sub>		vp <sub>nm</sub>

	FUN	COS	AFEA	AFES
ALTERNATIVA 1	2.7	3.8	2.8	4.0
ALTERNATIVA 2	4.0	4.3	3.6	4.2
ALTERNATIVA 3	4.4	4.4	4.6	3.9

### 8.5 Matriz de dominación

Determinar la matriz de dominación. Estos valores vienen dados por la suma de las diferencias de los valores para cada criterio y alternativas. Se trata de una matriz cuadrada de tamaño n x n. La matriz responde a la siguiente expresión:

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^m (vp_{ik} - vp_{jk}), \forall vp_{ik} > vp_{jk}, i, j = 1, \dots, n$$

Así se obtiene la matriz de dominancias de una alternativa respecto a otras.

Tablas 19 y 20. Matriz homogeneizada ponderada.





	$c_1$	$c_2$	...	$c_j$	...	$c_m$
$a_1$	$d_{11}$	$d_{12}$		$d_{1j}$		$d_{1m}$
$a_2$	$d_{21}$	$d_{22}$		$d_{2j}$		$d_{2m}$
...						
$a_i$	$d_{i1}$	$d_{i2}$		$d_{ij}$		$d_{im}$
...						
$a_n$	$d_{n1}$	$d_{n2}$		$d_{nj}$		$d_{nm}$

	FUN	COS	AFEA	AFES
ALTERNATIVA 1	0	0	0	0.033
ALTERNATIVA 2	0.152	0.333	0.133	0.100
ALTERNATIVA 3	0.200	0.400	0.300	0

A partir de esta matriz, se obtienen los valores  $D_i$  como suma de las filas de la matriz de dominación (determina la prelación de la alternativa  $i$  respecto del resto), y  $d_j$  como suma de las columnas correspondientes (determina las ventajas del resto de las alternativas respecto a la alternativa estudiada).

Tabla 21. Suma de filas y columnas.

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	SUMA FILA ( $D_i$ )
ALTERNATIVA 1	0.352	0.733	0.067	1.152
ALTERNATIVA 2	0.048	0.067	0.100	0.215
ALTERNATIVA 3	0.200	0.400	0.133	0.733
SUMA COLUMNA ( $d_j$ )	0.600	1.200	0.300	

El método concluye en la determinación, para todas las alternativas, de la relación entre  $D_i$  y  $d_i$ , siendo la solución óptima el valor  $Max (D_i/d_i)$ ;  $i=1, n$ .

Tabla 22. Relación  $D_i/d_j$  para cada una de las alternativas.

	Valor $D_i/d_j$
ALTERNATIVA 1	1.920
ALTERNATIVA 2	0.179
ALTERNATIVA 3	2.443

Resultando la **Alternativa 3** como la solución mejor valorada.

## 9. SOLUCIÓN ADOPTADA Y DEFINICIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO

Por todo lo expuesto anteriormente, y siguiendo el método PRESS de decisión, la alternativa escogida para el desarrollo del proyecto será la **alternativa 3**.

La solución adoptada consta de:

- Dos depósitos prismáticos de planta rectangular, de dimensiones interiores 50x35x5 m, semienterrados y con una capacidad de 8.750 m<sup>3</sup> cada uno.
- Una conducción de fundición dúctil (FD) de 450 mm de diámetro de aproximadamente 500 m de longitud desde la planta hasta el depósito
- Una estación de bombeo para permitir impulsar el agua hasta la cota del parque
- Una conducción de aproximadamente 1,5 km de longitud, de diámetro indicado en el Anejo nº10 Cálculos Hidráulicos.

El presente proyecto sienta las bases para una implantación completa de las instalaciones aguas residuales regeneradas en la ciudad de A Coruña y su entorno, permitiendo una posible ampliación de capacidad en el futuro.

Sin embargo, al tratarse de un proyecto de carácter académico, y para acotar la extensión de este, se limitará su desarrollo a la instalación necesaria y suficiente para regar el parque de Bens con agua regenerada:

La construcción de la planta de tratamiento terciario en las instalaciones de la E.D.A.R. Bens, con sus correspondientes unidades de filtración, desinfección y bombeo al depósito principal.

Construcción de uno de los depósitos, que se considerara el depósito principal, y que se destinará a satisfacer las demandas estudiadas a excepción de la refinería Repsol.

La caseta de bombeo asociada al depósito principal que bombeará el agua desde el depósito hasta la acometida del Parque de Bens.

Conducciones intermedias entre las unidades mencionadas.



**APÉNDICE I**

**PLANOS**

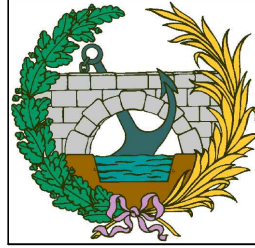


I.I	ALTERNATIVA 1
I.II	ALTERNATIVA 2
I.III	ALTERNATIVA 3 – SOLUCIÓN ADOPTADA
I.IV	ALTERNATIVAS SUPERPUSTAS



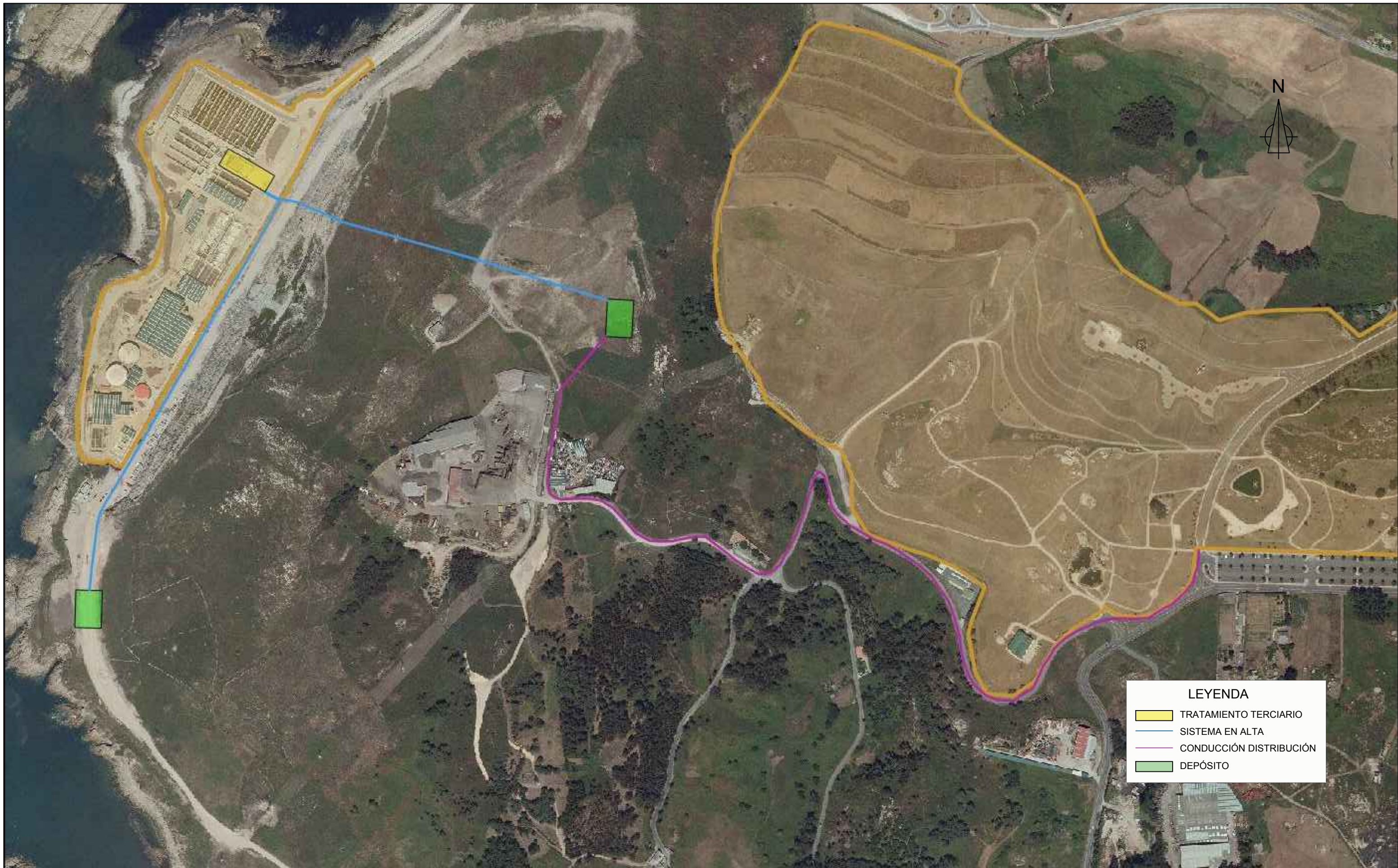


**LEYENDA**

- TRATAMIENTO TERCIARIO
- SISTEMA EN ALTA
- CONDUCCIÓN DISTRIBUCIÓN
- DEPÓSITO


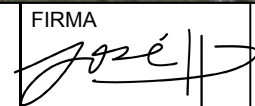

	TÍTULO DEL PROYECTO DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA	AUTOR DEL PROYECTO JOSÉ PAJARRÓN PUGA	FIRMA 	FECHA SEPT 2020	 UNIVERSIDADE DA CORUÑA
	SITUACIÓN MONTE SAN PEDRO Y PARQUE DE BENS, A CORUÑA	PLANO ALTERNATIVA 1	ESCALA 1:5.000	PLANO I. I	





**LEYENDA**

- TRATAMIENTO TERCIARIO
- SISTEMA EN ALTA
- CONDUCCIÓN DISTRIBUCIÓN
- DEPÓSITO

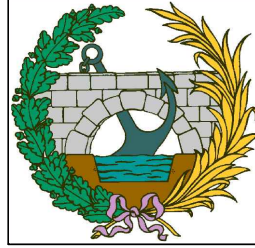
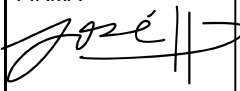

	TÍTULO DEL PROYECTO DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA	AUTOR DEL PROYECTO JOSÉ PAJARRÓN PUGA	FIRMA 	FECHA SEPT 2020	
	SITUACIÓN MONTE SAN PEDRO Y PARQUE DE BENS, A CORUÑA	PLANO ALTERNATIVA 2	ESCALA 1:5.000	PLANO I. II	



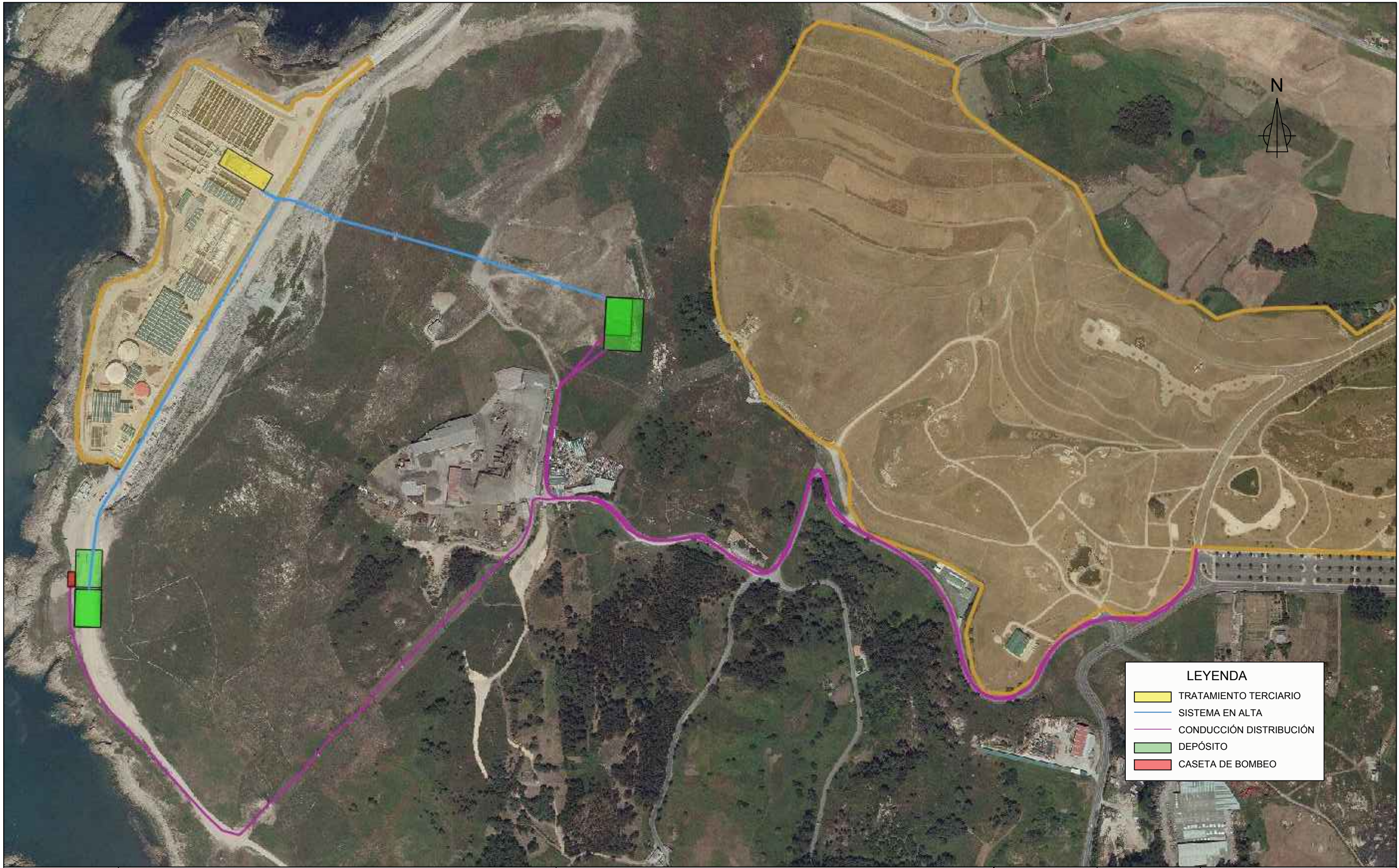


**LEYENDA**

- TRATAMIENTO TERCIARIO
- SISTEMA EN ALTA
- CONDUCCIÓN DISTRIBUCIÓN
- DEPÓSITO
- CASETA DE BOMBEO

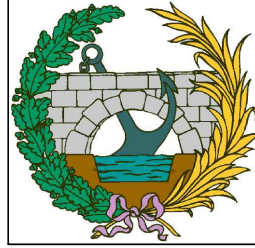


	TÍTULO DEL PROYECTO DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA	AUTOR DEL PROYECTO JOSÉ PAJARRÓN PUGA	FIRMA 	FECHA SEPT 2020	 UNIVERSIDADE DA CORUÑA
	SITUACIÓN MONTE SAN PEDRO Y PARQUE DE BENS, A CORUÑA	PLANO ALTERNATIVA 3 - SOLUCIÓN ADOPTADA	ESCALA 1:5.000	PLANO I. III	





**LEYENDA**

- TRATAMIENTO TERCIARIO
- SISTEMA EN ALTA
- CONDUCCIÓN DISTRIBUCIÓN
- DEPÓSITO
- CASETA DE BOMBEO

	TÍTULO DEL PROYECTO DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA	AUTOR DEL PROYECTO JOSÉ PAJARRÓN PUGA	FIRMA 	FECHA SEPT 2020	 UNIVERSIDADE DA CORUÑA
	SITUACIÓN MONTE SAN PEDRO Y PARQUE DE BENS, A CORUÑA	PLANO ALTERNATIVAS SUPERPUESTAS	ESCALA 1:5.000	PLANO I. IV	





ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 5:  
GEOLOGÍA**

**ANEJO Nº5  
GEOLOGÍA**



## ÍNDICE

1. Introducción.....	1
2. Marco geológico.....	1
3. Historia geológica.....	1
4. Estratigrafía.....	1
5. Petrología.....	2
6. Tectónica.....	3
7. Geología económica.....	4

### Apéndice I

#### MAPAS



## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal del presente anejo es la caracterización geológica de la zona donde se va a realizar el proyecto.

Consiste en establecer las características geológicas de los materiales que constituyen el sustrato en la zona del proyecto, definiendo los parámetros geotécnicos necesarios para la determinación de los posibles taludes de excavación y terraplenado, así como para definir la calidad del terreno para la explanada.

Para ello, se han utilizado datos del Mapa Geológico de España por el Instituto Geológico y Minero de España a escala 1/50.000, Hoja nº21.

Debido al carácter académico de este proyecto, no ha sido posible la realización de una campaña de sondeos y ensayos reales en el terreno por lo que los resultados que se presentan pueden diferir ligeramente con la realidad.

## 2. MAPA GEOLÓGICO

La zona de estudio se encuentra en el extremo Noroeste de España, dentro de la Comunidad Autónoma de Galicia, Provincia de A Coruña, en la ciudad de A Coruña.

El área de estudio está cartografiada geológicamente dentro de las siguientes hojas: en la Hoja nº1 a escala 1/200.000 y en la Hoja nº21 a escala 1/50.000.

La ciudad de A Coruña se encuentra en la zona IV, denominada Galicia Media-Tras os Montes. Perteneciente a un ciclo erosivo muy avanzado que se interrumpió para instaurarse en ella un nuevo ciclo, como resultado de un más reciente alzamiento.

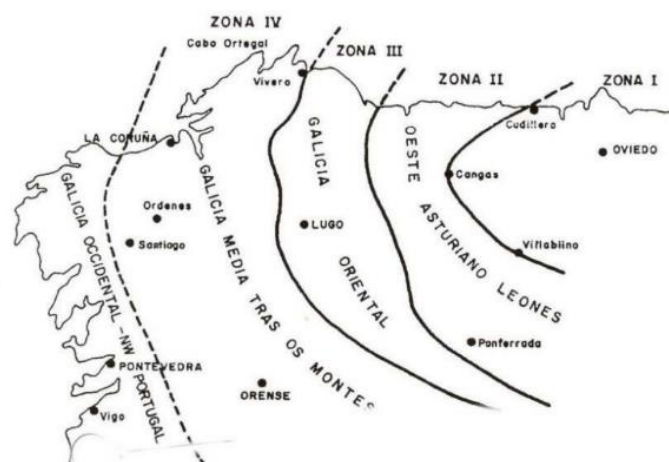


Figura 1. Zonas geológicas de Galicia.

Al mismo tiempo, esta zona se enmarca en un dominio Oeste caracterizado por la presencia de rocas sedimentarias y rocas básicas, ambas metamorizadas, y por la ausencia del típico gneis metamórfico Olla de Sapo y Paleozoico datado.

A grandes rasgos, dentro de la Hoja nº21 del Mapa Geológico de España se pueden diferenciar dos zonas litológicas. La zona Oeste que está formada exclusivamente por granitos emplazados en diferentes etapas de la orogénesis hercínica. Y la zona Este, con una extensión el doble de grande, y que está compuesta

básicamente por rocas metamórficas de sedimentación posiblemente antepaleozoica, pero que presentan un metamorfismo seguramente hercínico.

Debido a la presencia de estas dos zonas litológicas, se produce una erosión diferencial distinta. Nos encontramos la zona de rocas metamórficas con un relieve eminentemente plano, y las rocas graníticas en las zonas altas.

## 3. HISTORIA GEOLÓGICA

Los materiales sedimentarios que afloran son los de la Serie de Órdenes, de facies flysch, erosionados y depositados en zonas no muy lejanas del área madre, probablemente durante los movimientos epirogénicos de edad Cadomiense tardía que elevarían algunas zonas del geosinclinal y que implicarían un gran aporte de detríticos y una sedimentación rápida.

Poco después tendría lugar la intrusión granítica en forma de sills al oeste: ortogneis de Punta Langosteira, que aparece concordante con la estratificación.

Un probable accidente tectónico de dirección noroeste-suroeste, que puede estar relacionado con la primera fase del plegamiento hercínico, favorecería más tarde el emplazamiento de los granitos, que son longitudinales. Esta fase afectó a la región de forma considerable y se manifiesta sobre todo en la Serie de Órdenes por un gran pliegue tumbado con vergencia al este y un plano axial subhorizontal, acompañado por una esquistosidad de flujo epizonal.

Al mismo tiempo comienza la etapa metamórfica de bajo grado (epizona), con desarrollo de clorita que continúa en la interfase con desarrollo de grandes biotitas y granates. La intensidad del metamorfismo parece decrecer entonces y la segunda fase da lugar a biotitas mucho menos desarrolladas.

Tiene lugar la intrusión de la granodiorita precoz y ligeramente antes de la segunda fase, y hasta sus postrimerías, se emplaza un leucogranito, afectado en algunas zonas por la segunda fase y en otras poco o nada deformado.

La segunda fase de deformación hercínica se desarrolla en gran medida, en base a pliegues subsociales subverticales con ligera vergencia al este, que repliegan las estructuras de la fase anterior. Esta fase desarrolla una esquistosidad muy neta, que es uno de los rasgos tectónicos más evidentes de la serie.

Después de esta fase tiene lugar la intrusión de las granodioritas tardías de Ferrol y A Coruña, que en algunos casos presentan cierta deformación en los bordes, probablemente debida a efectos de emplazamiento. Se consideran postfase 2 y no postfase 3, porque no se observa que se encuentren afectadas por esta última fase.

La tercera fase es mucho menos importante que las anteriores, y se manifiesta con pliegues decimétricos de plano axial subhorizontal que en algunas ocasiones dan esquistosidades subhorizontales.

Finalmente las deformaciones póstumas hercínicas desarrollan “décrochements” dextrógiros.

## 4. ESTRATIGRAFÍA

Los únicos materiales a describir en este apartado son los correspondientes a la serie de Ordenes y al Cuaternario.



Regionalmente la serie de Ordenes limita al Este por contacto tectónico con el dominio del Olla de Sapo y al Oeste y al Sur con un complejo de rocas básicas (eclogitas y anfibolitas) y neises ojerosos prehercínicos.

La presencia en la serie de Ordenes de feldspatos y de algunos minerales pesados como circón y apatito parece indicar que es posterior a un Precámbrico Inferior y equivalente a la serie de Villalba. Esta hipótesis se apoya por la presencia en ambas series de gran cantidad de anfibolitas de un mismo tipo: anfibolitas en haces. Por otra parte, ampelitas y cuarcitas similares a las existentes en la serie de Ordenes son conocidas en el Precámbrico del sur de España.

Pese a que por estas razones nos inclinamos a suponer que la serie de Ordenes es de edad Precámbrico Superior no se puede descartar la posibilidad de que sea Paleozoico Inferior.

#### 4.1. Serie de Ordenes

La serie de Ordenes está formada por los siguientes tipos de rocas que describiremos:

##### Anfibolitas

Se encuentran a lo largo de toda la serie, bien en lentejones o en filones, cuyas características en cada caso son diferentes:

- Anfibolitas lentejonares interestratificadas (Paranfibolitas) que se presentan en lentejas alargadas y discontinuas de escasa potencia (5-10 cm), muy abundantes. Son compactas, de grano fino, con mucho cuarzo y tonos verdes grisáceos. La textura es granometablástica.

Se caracterizan por la disposición en haces de los anfíboles tipo tremolita y la presencia del granate. Las plagioclasas son tabulares, de bordes xenomorfos, macladas y a veces zonadas. Minerales accesorios son: esfena, zircón y opacos.

- Anfibolitas fibolianas, que aparecen en filones unas veces concordantes y otras discordantes con las estructuras, pero siempre afectadas por ellas. Compactas, de tonos verde oscuros y esquistosadas por la fase 2. Se cree que las paranfibolitas deben su origen a la acción del metamorfismo sobre sedimentos ligeramente calcomagnesianos preexistentes en la serie; pero también pueden deberse a tobos o a sedimentos remanentes de rocas básicas. Las fibolianas deben su origen a rocas ígneas metamorfizadas.

##### Cuarcitas negras grafitosas y piritosas

Afloran al Este de la Hoja y forman una banda alargada de escasa potencia (0,5 a 10 m).

Macroscópicamente, en algunos casos diferenciamos en las facies masivas pequeñas venillas de cuarzo en una matriz negra grafitosa, en otros tienen una facie diferente y son prácticamente ampelitas.

No se aprecia en ellas estratificación alguna, aunque sí una esquistosidad.

- Minerales esenciales: Cuarzo, opacos.
- Minerales accesorios: Moscovita.

Cuarzo dominante, heterogranular de grano medio-fino, con los bordes suturados de textura granolepidoblástica. Los niveles grafitosos alineados en hiladas deformados por la esquistosidad. Parecen observarse pequeñas charnelas de pliegues, lo cual indicaría que la potencia real de las cuarcitas sería menor aún.

##### Metapsamitas, metapelitas y conglomerados

Suprayacentes a las cuarcitas negras grafitosas tenemos un tramo de serie formado indistintamente por metapsamitas y metapelitas, de aspecto grisáceo, con las biotitas orientadas y cuyo tamaño de grano varía de medio a fino.

Se presentan en bancos de 1 cm a 1m de potencia, en el techo de los cuales se observan huellas de carga deformadas tectónicamente. Estos bancos se repiten rítmicamente.

Es muy frecuente la estratificación gradada observable macro y microscópicamente.

Por encima de estos materiales encontramos unos 300 m de facies más pelíticas, aunque con algún banco de metareniscas delgado. Aun siendo muy pelíticas estas facies hay cierta heterometría que permite ver una granoclasificación.

Sobre estas metapelitas viene el tramo superior de la serie de Ordenes con metapsamitas y metapelitas de tonos grises y biotitas de tonos orientadas, de características similares al tramo primero, aunque de granulometría en general más fina.

#### 4.1.1. Conclusiones sobre la serie de Ordenes

La serie es eminentemente detrítica y de gran potencia, con granulometría de tamaño medio y fino caracterizadas por varios tipos de estructuras de carga.

La composición es de tipo grauvaca-subgrauvaca y pelítica, en la que los cuarzos son angulosos y las plagioclasas no están alteradas.

Presenta ritmicidad con “graded-bedding” muy desarrollado. Esta ritmicidad es simétrica, pues los espesores se mantienen constantes y esto indicaría que la velocidad de sedimentación en cada ritmo es idéntica. Los ritmos se deben a subsidencias de modo intermitente. Las corrientes que les dan origen son por tracción y suspensión rítmica, que en unas épocas erosionan y en otras sedimentan.

No se ve estratificación cruzada.

Los sedimentos se depositan en la zona batial.

Por lo menos en algunos momentos de la sedimentación, el carácter del medio ambiente de la cuenca es reductor, debido a la presencia de niveles grafitosos y materiales negros alóctonos.

Teniendo en cuenta todas las características reseñadas vemos que la serie de Ordenes es una facies flysch.

Por último, toda la serie está metamorfizada.

#### 4.2. Cuaternario

No alcanza mucho desarrollo en la presente Hoja y queda limitada a la presencia de algún manto detrítico y también a la de ciertos depósitos arenoso-limosos en las desembocaduras de los ríos.

Los mantos detríticos, en unos casos están formados por cantos gruesos de aristas retocadas y en otros por coluviones “in situ” de cantos, con algunos lentejones de arenas y arcillas sin desgaste que fueron clasificados como formas de regresión.

La morfología costera se caracteriza por costas de acantilados relativamente bajos, con playas de arenas claras y finas, a veces de dimensiones regulares, como las de Ares, Miño y Riazor. En algunos casos se observan dunas costeras de pequeñas dimensiones ya fijadas por la vegetación.

## 5. PETROLOGÍA





### 5.1.- Metamorfismo

Paragénesis minerales:

Cuarzo-moscovita-clorita

Cuarzo-moscovita-clorita-biotita

Cuarzo-moscovita-biotita

Cuarzo-moscovita-biotita-granate

Cuarzo-moscovita-biotita-andalucita

Cuarzo-moscovita-biotita-granate-andalucita

El metamorfismo regional de la Hoja de A Coruña corresponde a la facies de esquistos verdes. Constituye a modo de un sinclinal metamórfico en el que el metamorfismo progresa hacia los extremos de la Hoja.

La clorita parece que se desarrolla concordante con la esquistosidad y estrechamente relacionada con la moscovita.

La biotita se desarrolla en dos etapas:

- Constituye blastos de tamaño medio, con lineaciones internas transversas a la esquistosidad dominante, en ocasiones aplastadas y rotas por ella. Presentan una orientación grosera entre ellas. Deben estar constituidas en la interfase 1-2.
- Biotitas de menor desarrollo, incipientes y concordantes con la segunda esquistosidad, por lo que les atribuimos su formación en la sinfase 2.

El granate siempre es xenomorfo de tamaño reducido y de aspecto esponjoso, son numerosas inclusiones de cuarzo, asociado a la biotita deformada por la esquistosidad.

La andalucita es muy escasa; se desarrolla en blastos claramente postfase 2, y la mayor parte de las veces aparece alterada a sericita. Especialmente está localizada cerca de las granodioritas, por lo que no descartamos la influencia de las mismas en su formación.

El metamorfismo es de bajo grado de tipo polifásico, en el que se desarrolla una blastesis de biotita y granate prefase 2, posteriormente y menos espectacular se desarrollan biotitas sin fase 2.

Dado que la variación de minerales en el metamorfismo es aquí muy pequeña no es posible determinar las características del mismo de manera precisa, pero la existencia de granate en facies de bajo grado y de andalucita indica un metamorfismo posiblemente de tipo de presión intermedia y temperaturas moderadas.

### 5.2.- Rocas plutónicas

#### Rocas graníticas

Están al Oeste de la Hoja. Su borde Este es la serie de Ordenes. El borde Oeste es tectónico, con unos materiales esquistosos que suponemos son también la serie de Ordenes. Forman una gran franja de dirección NNE-SSO, que en A Coruña tiene unos 8 km de anchura y en Ferrol 6, y que se adelgaza al Norte y Sur, respectivamente. Regionalmente esta franja es concordante a la dirección de las estructuras.

Morfológicamente y dentro de la Hoja ocupan las zonas de mayor relieve. A su vez los valles son más o menos profundos y rectilíneos, influenciados sin duda tectónicamente por fallas de desgarre horizontal.

Los clasificamos en cuatro tipos. Esta clasificación está basada en criterios de edad y deformación:

- Pre a sinfase 1: Ortoneises

- Interfase 1-2 a tardifase 2: Granodioritas precoces y leucogranitos

- Postfase 2. Granodioritas tardías

#### Rocas filonianas postectónicas

Agrupamos aquí a una serie de filones posthercínicos que cortan normalmente a las estructuras y cuya característica esencial es la falta de deformación.

### 6. TECTÓNICA

La zona de estudio ha sido afectada por una tectónica polifásica de edad hercínica.

Esta edad se determinó por comparación con las zonas más externas del geosinclinal paleozoico y también por datación radiométrica de los granitos de Guitiriz y Forgoselos.

Para la primera fase esta edad es Namuriense-Westfaliense y para la segunda fase, Estefaniense.

Al corresponder la Hoja a las zonas internas se supone que las edades de las fases de deformación son anteriores a las de las zonas externas.

#### Primera fase de deformación hercínica

Se caracteriza desde el punto de vista megascópico, por la presencia de un gran pliegue tumbado de unos 5 km de flanco invertido.

Microscópicamente por una esquistosidad de flujo de tipo epizonal, la mayor parte del tiempo borrada por la esquistosidad de fase 2.

Es de destacar la casi ausencia de pliegues de escala métrica, solamente vistos en un punto.

La dirección del gran pliegue tumbado es aproximadamente N-S con un ligero buzamiento axial hacia el Norte.

#### Segunda fase de deformación hercínica

Esta fase de pliegues cilíndricos regulares de dirección N-S a N-10°E y buzamiento axial marcado hacia el N (10-30°).

Las características de esta fase son las de replegar las estructuras de la fase 1. Estos replegamientos son más intensos donde las temperaturas son más elevadas.

La escala de los pliegues es muy variable, desde 10 cm a 1 km.

Al ser la profundidad de observación muy pequeña hay que determinar la geometría de conjunto por las relaciones estratificación-esquistosidad y por la vergencia aparente de los micropliegues acompañantes de esta segunda fase. Por otra parte, estas deducciones adquieren gran complejidad en razón de la inversión de la serie en la primera fase.

La esquistosidad de esta segunda fase es de tipo "strain-slip" en zonas poco metamorizadas y de flujo a partir de la zona de la biotita. En las anfibolitas esta esquistosidad da anfíbol de neoformación.

#### Tercera fase de deformación hercínica



Muy local, se desarrolla son pliegues de escala decimétrica de tipo “kink-bands” con planos axiales subhorizontales, o bien ligeramente buzantes. Es claramente posterior a la fase 2.

#### Deformaciones póstumas hercínicas

Manifestadas claramente por fallas de desgarre dextrógiras de dirección E-O a ESE-ONO, con desplazamientos pequeños, de 100 m a 1 km, que corresponden a una compresión tardihercínica de dirección NO-SE.

### **7. GEOLOGÍA ECONÓMICA**

Desde el punto de vista del aprovechamiento minero, la región estudiada es pobre en recursos. Sólo tiene interés la explotación de grandes canteras en las granodioritas, en las que la extracción de los materiales se ve favorecida por la gran tectonización que presentan. Los usos a que van destinados suelen ser la construcción, firmes de carretera, etc



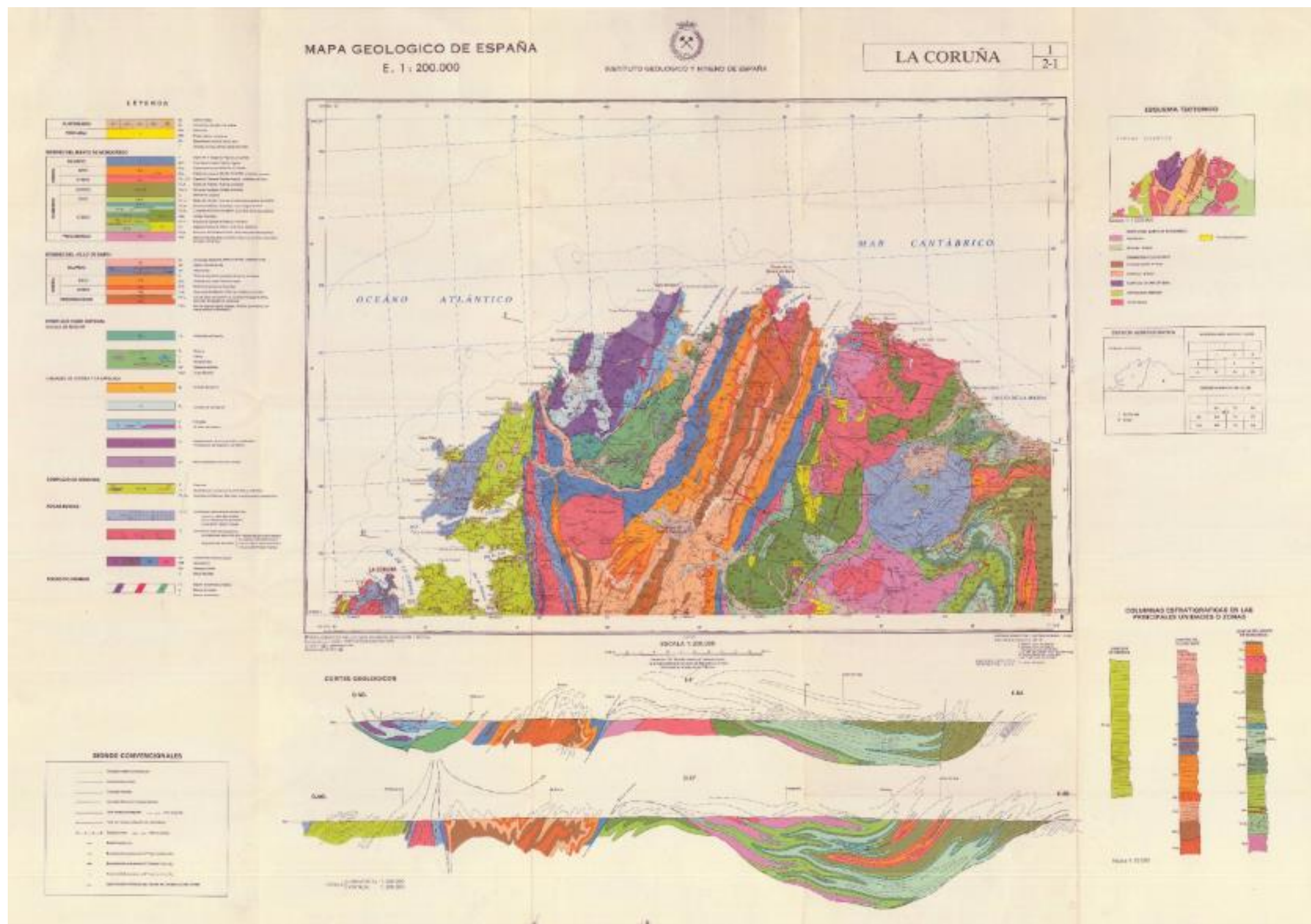
ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

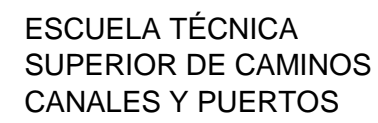
**ANEJO Nº 5:  
GEOLOGÍA**

**APÉNDICE I  
MAPAS**









## ANEJO N° 5: GEOLOGÍA





ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 6:  
GEOTÉCNIA**

**ANEJO Nº6  
GEOTÉCNIA**





# ÍNDICE

1. Introducción .....	1
2. Características estimadas.....	1



## 1. INTRODUCCIÓN

Por tratarse de un proyecto académico, no se dispone de un estudio geotécnico específico para la zona en la que se va a desarrollar la obra. Se realiza una estimación de las características del terreno para poder proceder al diseño y cálculo de las cimentaciones y estructuras.

## 2. CARACTERÍSTICAS ESTIMADAS

Se adjuntan las tablas con las características estimadas para cada uno de los elementos:

ELEMENTO		FILTRO					
COTA de CIMENT. <sup>[1]</sup> [m]	TENSIÓN de CÁLCULO [N/mm²]	COTA de NIVEL FREÁTICO [m]	COEFIC. de BALASTO [kN/m³]	AGRESIV. del TERRENO	TIPO de CIMENT.	ASIENTO ESTIMADO según ANCHO de CIMIENTO.	
						ANCHO [m]	ASIENTO [mm]
-2,00	0,20	-5,00	K30=13000	NO	LOSA ARMADA	0,75	2,20
						16,00	2,00
[1]La cota corresponde a la cara inferior del elemento de cimentación.							

ELEMENTO		TANQUE DE CLORACIÓN					
COTA de CIMENT. <sup>[1]</sup> [m]	TENSIÓN de CÁLCULO [N/mm²]	COTA de NIVEL FREÁTICO [m]	COEFIC. de BALASTO [kN/m³]	AGRESIV. del TERRENO	TIPO de CIMENT.	ASIENTO ESTIMADO según ANCHO de CIMIENTO.	
						ANCHO [m]	ASIENTO [mm]
-3,70	0,20	-5,00	K30=13000	NO	LOSA ARMADA	23,00	2,00
[1]La cota corresponde a la cara inferior del elemento de cimentación.							

ELEMENTO		DEPÓSITO PRINCIPAL					
COTA de CIMENT. <sup>[1]</sup> [m]	TENSIÓN de CÁLCULO [N/mm²]	COTA de NIVEL FREÁTICO [m]	COEFIC. de BALASTO [kN/m³]	AGRESIV. del TERRENO	TIPO de CIMENT.	ASIENTO ESTIMADO según ANCHO de CIMIENTO.	
						ANCHO [m]	ASIENTO [mm]
-6,90	0,25	-5,00	K30=13000	NO	LOSA ARMADA	0,75	2,20
						24,00	2,00
[1]La cota corresponde a la cara inferior del elemento de cimentación.							

ELEMENTO		CASETA DE BOMBEO					
COTA de CIMENT. <sup>[1]</sup> [m]	TENSIÓN de CÁLCULO [N/mm²]	COTA de NIVEL FREÁTICO [m]	COEFIC. de BALASTO [kN/m³]	AGRESIV. del TERRENO	TIPO de CIMENT.	ASIENTO ESTIMADO según ANCHO de CIMIENTO.	
						ANCHO [m]	ASIENTO [mm]
-2,00	0,20	-5,00	K30=13000	NO	LOSA ARMADA	0,75	2,20
						5,50	2,10
[1]La cota corresponde a la cara inferior del elemento de cimentación.							

Podría existir un nivel freático variable. Deberá tenerse en cuenta de cara a la impermeabilidad de muros en la parte que van enterrados, a los empujes hidrostáticos asociados, a su influencia en la estabilidad de los taludes y a los sistemas de drenaje diseñados.

Durante la excavación, la dirección facultativa, determinará la necesidad o no del recálculo de las acciones, y por tanto un nuevo dimensionado de los elementos afectados.



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 7:  
TRAZADO**

**ANEJO Nº7  
TRAZADO**





# ÍNDICE

1. Introducción .....	1
2. Trazado en planta .....	1
3. Trazado en alzado .....	1
4. Secciones transversales .....	1



## 1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se describen los criterios establecidos para elaborar el trazado la conducción, tanto el sistema en alta, que discurre por las instalaciones de la EDAR BENS (pavimento) y la base del monte de San Pedro (arena y grava), como la conducción de distribución, que conecta el depósito principal con la entrada del parque de Bens, situado en la cima del Monte de San Pedro.

A mayores, se definirá en detalle el trazado de la conducción, tanto en planta como en alzado.

Se han seguido las recomendaciones establecidas en la ITOHG-ABA-1/2.

## 2. TRAZADO EN PLANTA

El trazado en planta se ha realizado de acuerdo con los siguientes criterios:

- El cruce con cables u otras conducciones se debe de realizar lo más perpendicular posible
- Mantener una separación mínima de 0,875 m (ITOHG-ABA-1/2) de las edificaciones para reducir lo más posible los daños que se pudieran producir como consecuencia de una rotura de las mismas.
- Se debe de mantener una distancia mínima de las líneas eléctricas aéreas para evitar la corrosión.

El trazado en planta de la conducción de distribución se ciñe a los caminos existentes, tal y como se grafía en los planos del proyecto. Se trata de un camino de tierra que discurre por la base y la ladera del monte.

### 2.1. Tramos de línea en alta

- **PK 0+000 – PK 0+498:** La conducción discurre por las instalaciones de EDAR Bens, bajo el pavimento. Desde la conexión con el tanque de cloración, pasando por el grupo de bombeo nº1, hasta la salida de la EDAR. En la salida encontramos una fuerte pendiente (media de 125%), con un desnivel de 15 metros. Hasta ese punto, la conducción es horizontal, a una profundidad de 1,30 metros.
- **PK 0+498 – PK 0+510:** Tramo de fuerte pendiente, que corresponde con la salida de la EDAR y el comienzo de la zanja artificial. La conducción sigue siendo subterránea, con dos codos que facilitan el cambio de pendiente en los dos extremos del tramo.
- **PK 0+510 – PK 0+700:** Último tramo del sistema en alta, que discurre bajo un camino de zanja compactada, dicho camino fue abierto en el año 2011, como infraestructura auxiliar a las obras de ampliación de la EDAR Bens, empleado para el paso de maquinaria desde la carretera principal del núcleo de Bens. Actualmente, está en desuso y no existe circulación de tráfico por dicho camino. Bajo el camino discurre el colector de entrada en la EDAR, que llega de Arteixo. El trazado del colector se ha tenido en cuenta a la hora de ubicar el depósito subterráneo, evitando solapes, interferencias y filtraciones.

### 2.1. Tramos distribución

- **PK 0+000 – PK 0+350:** Sigue un recorrido de características similares al descrito en el último tramo de la línea en alta, ya que parte del depósito principal siguiendo el mismo camino. Al llegar al PK 0+350, gira en dos codos de 45º y encara la ladera del monte, donde comienza la zona de elevación.
- **PK 0+350 – PK 1+258:** La conducción discurre bajo un camino de tierra más o menos limpio, a través de la ladera del monte.
- **PK 1+258 – PK 2+179:** El último tramo de la conducción de distribución discurre bajo la acera de la carretera DP-3003, que conecta, a la altura del Centro Municipal de Animales de Compañía de A Coruña, el camino de tierra bajo el cual circula la conducción en el monte y la entrada del parque.

### 2.1. Tramo de conducción de desagüe del depósito

La conducción se llevará hasta el punto de vertido más cercano de la red de saneamiento. Se indica en el Documento nº2 – Planos.

## 3. TRAZADO EN ALZADO

Se ha procurado que el trazado en alzado se ciñe a la rasante existente, adecuando la reposición de los pavimentos a las entradas y cota de pavimento existente, dando continuidad a todo el pavimento actual.

El trazado en alzado se ha realizado de acuerdo con los siguientes criterios:

- Las conducciones no discurren bajo los árboles ni bajo sus alineaciones.
- La generatriz superior debe de quedar a una profundidad mínima de:
  - ≥ 80 cm si discurren bajo las aceras.
  - ≥ 100 cm si discurren bajo las calzadas.

De esta forma se consigue que las tuberías queden protegidas de las acciones externas, y preservada de las acciones de la temperatura.

- La conducción se sitúa siempre por encima de las tuberías de saneamiento.
- Limitaciones por afección al Dominio Público de Carreteras de titularidad autonómica o municipal.

**Tabla 1. Distancias mínimas a otros servicios en caso de concurrencia.**

SERVICIO	SEPARACIÓN MÍNIMA EN ALZADO (cm)
Abastecimiento	30
Saneamiento	20
Gas	50
Electricidad – baja	20
Electricidad – alta	30
Comunicaciones	30

## 4. SECCIONES TRANSVERSALES

Las tuberías enterradas se alojarán en la parte inferior de las zanjas. La sección de las zanjas dependerá de la profundidad y de los terrenos a atravesar.

Las tuberías se apoyarán en una cama de material granular de 20 cm de espesor, con un ángulo de apoyo de 120º. El relleno de arena se extenderá hasta los 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. El resto del relleno de la zanja se hará con material procedente de la excavación. La reposición (si procede) se hará en función del terreno afectado.

De acuerdo con Estudio de Seguridad y Salud, para zanjas cuya profundidad sea mayor de 1,5 m será preciso recurrir a la entibación de los taludes de la zanja.

En función del terreno a atravesar se distinguen los siguientes tipos de zanjas. Las secciones tipo de las zanjas se muestran en el Documento nº2 – Planos.



- Zanja nº1: Zanja con entibación. Esta sección se empleará el primer tramo de la línea en alta, bajo el firme de los viales de EDAR Bens.
- Zanja nº2: Zanja sin entibación, se emplea en aquellas zonas del tramo de conducción de distribución cuya profundidad es menor de 1,5 metros y la conducción discurra bajo el camino de tierra.
- Zanja nº3: Zanja con entibación. Se emplea en el tramo final de la línea de distribución, bajo la acera.





ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 8:  
MOVIMIENTO DE TIERRAS**

**ANEJO Nº8  
MOVIMIENTO DE TIERRAS**

JOSÉ PAJARRÓN PUGA



# ÍNDICE

1. Introducción .....	1
2. Conducciones .....	1
3. Estructuras .....	9



## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente anejo es determinar el volumen del movimiento de tierras (excavaciones, rellenos, etc.) del proyecto “DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA”.

Para ello se determinarán los volúmenes de desmonte, demolición, relleno y excavación de cada una de las unidades que componen la obra y son susceptibles de originar movimientos de tierras.

Se analizan los dos tramos de conducciones del proyecto: sistema en alta y conducción de distribución, diferenciando en cada uno de los tramos con sus diferentes secciones de zanjas. Este análisis será por tramos de 5 metros.

Asimismo, se calcularán los volúmenes de tierras que mueve la construcción de las estructuras, también con perfiles de cálculo cada 5 metros.

### 1.1. Presentación de resultados

A continuación, se presentan los resultados del cálculo de volumen.

Se detalla para cada una de las conducciones en función del tipo de zanja que discurre en cada uno de los P.K. El análisis se hace en función de la superficie sobre plano de la zanja y la distancia al anterior P.K., resultando el volumen excavado para cada tramo. A mayores, en los casos que se requirió una demolición previa, se sigue el mismo criterio, siendo diferente la superficie a considerar.

En el caso de las estructuras, siendo excavaciones a cielo abierto, se emplea un MDT que al cortar con la excavación necesaria se obtienen perfiles transversales cada 5 metros (ver planos) y a partir de ahí, el cálculo de volúmenes.

En el caso de los elementos dentro de la EDAR (filtro y tanque), el estado inicial del terreno era plano y, por ser una zona con cercanía de otros edificios, se ha decidido hacer la excavación vertical suponiendo una estabilidad de terreno adecuada y los muros se hormigonarán contra el terreno. La disponibilidad de terreno en la zona del depósito y la caseta ha permitido una excavación ataluzada, con una ejecución de muros a dos caras.

## 2. CONDUCCIONES

### 2.1. Sistema en alta

Sección tipo 1 - 498 m								
PK	TRAMO	PROF. (m)	ANCHO (m)	LONG. (m)	VOL. EXCAV. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	DEMOL. (m2)	RELLENO (m3)
0+000	SIST. ALTA	1.5	0.9	0	6.7	6.7	0.0	0.0
0+005	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	13.4	4.5	0.0
0+010	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	20.0	4.5	0.0
0+015	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	26.7	4.5	0.0
0+020	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	33.4	4.5	0.0
0+025	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	40.1	4.5	0.0
0+030	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	46.8	4.5	0.0

Sección tipo 1 - 498 m								
PK	TRAMO	PROF. (m)	ANCHO (m)	LONG. (m)	VOL. EXCAV. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	DEMOL. (m2)	RELLENO (m3)
0+035	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	53.5	4.5	0.0
0+040	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	60.1	4.5	0.0
0+045	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	66.8	4.5	0.0
0+050	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	73.5	4.5	0.0
0+055	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	80.2	4.5	0.0
0+060	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	86.9	4.5	0.0
0+065	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	93.6	4.5	0.0
0+070	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	100.2	4.5	0.0
0+075	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	106.9	4.5	0.0
0+080	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	113.6	4.5	0.0
0+085	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	120.3	4.5	0.0
0+090	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	127.0	4.5	0.0
0+095	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	133.7	4.5	0.0
0+100	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	140.3	4.5	0.0
0+105	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	147.0	4.5	0.0
0+110	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	153.7	4.5	0.0
0+115	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	160.4	4.5	0.0
0+120	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	167.1	4.5	0.0
0+125	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	173.8	4.5	0.0
0+130	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	180.4	4.5	0.0
0+135	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	187.1	4.5	0.0
0+140	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	193.8	4.5	0.0
0+145	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	200.5	4.5	0.0
0+150	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	207.2	4.5	0.0
0+155	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	213.8	4.5	0.0
0+160	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	220.5	4.5	0.0
0+165	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	227.2	4.5	0.0
0+170	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	233.9	4.5	0.0
0+175	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	240.6	4.5	0.0
0+180	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	247.3	4.5	0.0
0+185	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	253.9	4.5	0.0
0+190	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	260.6	4.5	0.0
0+195	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	267.3	4.5	0.0
0+200	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	274.0	4.5	0.0
0+205	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	280.7	4.5	0.0
0+210	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	287.4	4.5	0.0
0+215	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	294.0	4.5	0.0
0+220	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	300.7	4.5	0.0
0+225	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	307.4	4.5	0.0
0+230	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	314.1	4.5	0.0





Sección tipo 1 - 498 m								
PK	TRAMO	PROF. (m)	ANCHO (m)	LONG. (m)	VOL. EXCAV. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	DEMOL. (m2)	RELLENO (m3)
0+235	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	320.8	4.5	0.0
0+240	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	327.5	4.5	0.0
0+245	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	334.1	4.5	0.0
0+250	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	340.8	4.5	0.0
0+255	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	347.5	4.5	0.0
0+260	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	354.2	4.5	0.0
0+265	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	360.9	4.5	0.0
0+270	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	367.6	4.5	0.0
0+275	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	374.2	4.5	0.0
0+280	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	380.9	4.5	0.0
0+285	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	387.6	4.5	0.0
0+290	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	394.3	4.5	0.0
0+295	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	401.0	4.5	0.0
0+300	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	407.7	4.5	0.0
0+305	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	414.3	4.5	0.0
0+310	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	421.0	4.5	0.0
0+315	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	427.7	4.5	0.0
0+320	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	434.4	4.5	0.0
0+325	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	441.1	4.5	0.0
0+330	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	447.7	4.5	0.0
0+335	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	454.4	4.5	0.0
0+340	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	461.1	4.5	0.0
0+345	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	467.8	4.5	0.0
0+350	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	474.5	4.5	0.0
0+355	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	481.2	4.5	0.0
0+360	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	487.8	4.5	0.0
0+365	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	494.5	4.5	0.0
0+370	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	501.2	4.5	0.0
0+375	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	507.9	4.5	0.0
0+380	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	514.6	4.5	0.0
0+385	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	521.3	4.5	0.0
0+390	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	527.9	4.5	0.0
0+395	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	534.6	4.5	0.0
0+400	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	541.3	4.5	0.0
0+405	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	548.0	4.5	0.0
0+410	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	554.7	4.5	0.0
0+415	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	561.4	4.5	0.0
0+420	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	568.0	4.5	0.0
0+425	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	574.7	4.5	0.0
0+430	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	581.4	4.5	0.0

Sección tipo 1 - 498 m								
PK	TRAMO	PROF. (m)	ANCHO (m)	LONG. (m)	VOL. EXCAV. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	DEMOL. (m2)	RELLENO (m3)
0+435	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	588.1	4.5	0.0
0+440	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	594.8	4.5	0.0
0+445	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	601.5	4.5	0.0
0+450	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	608.1	4.5	0.0
0+455	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	614.8	4.5	0.0
0+460	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	621.5	4.5	0.0
0+465	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	628.2	4.5	0.0
0+470	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	634.9	4.5	0.0
0+475	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	641.5	4.5	0.0
0+480	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	648.2	4.5	0.0
0+485	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	654.9	4.5	0.0
0+490	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	661.6	4.5	0.0
0+495	SIST. ALTA	1.5	0.9	5	6.7	668.3	4.5	0.0
0+498	SIST. ALTA	1.5	0.9	3	4.1	672.3	4.5	0.0
TOTAL					672.3	672.3	448.2	0.0

Sección tipo 2 - 202 m									
PK	TRAMO	PROF. (m)	ANCHO (m)	TALUD	LONG. (m)	VOL. EXCAV. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	DEMOL. (m3)	RELLENO (m3)
0+498	SIST. ALTA	1.50	0.9	1/5	0	0.0	0.0	0.0	0.0
0+500	SIST. ALTA	1.50	0.9	1/5	2	3.6	3.6	0.0	0.0
0+505	SIST. ALTA	1.50	0.9	1/5	5	9.0	12.6	0.0	0.0
0+510	SIST. ALTA	1.50	0.9	1/5	5	9.0	21.6	0.0	0.0
0+515	SIST. ALTA	1.50	0.9	1/5	5	9.0	30.6	0.0	0.0
0+520	SIST. ALTA	1.50	0.9	1/5	5	9.0	39.6	0.0	0.0
0+525	SIST. ALTA	1.50	0.9	1/5	5	9.0	48.6	0.0	0.0
0+530	SIST. ALTA	1.50	0.9	1/5	5	9.0	57.6	0.0	0.0
0+535	SIST. ALTA	1.50	0.9	1/5	5	9.0	66.6	0.0	0.0
0+540	SIST. ALTA	1.50	0.9	1/5	5	9.0	75.6	0.0	0.0
0+545	SIST. ALTA	1.50	0.9	1/5	5	9.0	84.6	0.0	0.0
0+550	SIST. ALTA	1.50	0.9	1/5	5	9.0	93.6	0.0	0.0
0+555	SIST. ALTA	1.59	0.9	1/5	5	9.6	103.2	0.0	0.0
0+560	SIST. ALTA	1.67	0.9	1/5	5	10.3	113.5	0.0	0.0
0+565	SIST. ALTA	1.76	0.9	1/5	5	11.0	124.5	0.0	0.0
0+570	SIST. ALTA	1.84	0.9	1/5	5	11.7	136.2	0.0	0.0
0+575	SIST. ALTA	1.93	0.9	1/5	5	12.4	148.6	0.0	0.0
0+580	SIST. ALTA	2.01	0.9	1/5	5	13.1	161.6	0.0	0.0



Sección tipo 2 - 202 m									
PK	TRAMO	PROF. (m)	ANCHO (m)	TALUD	LONG. (m)	VOL. EXCAV. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	DEMOL. (m3)	RELLENO (m3)
0+585	SIST. ALTA	2.10	0.9	1/5	5	13.8	175.5	0.0	0.0
0+590	SIST. ALTA	2.18	0.9	1/5	5	14.6	190.0	0.0	0.0
0+595	SIST. ALTA	2.27	0.9	1/5	5	15.3	205.3	0.0	0.0
0+600	SIST. ALTA	2.35	0.9	1/5	5	16.1	221.4	0.0	0.0
0+605	SIST. ALTA	2.36	0.9	1/5	5	16.2	237.6	0.0	0.0
0+610	SIST. ALTA	2.37	0.9	1/5	5	16.2	253.9	0.0	0.0
0+615	SIST. ALTA	2.37	0.9	1/5	5	16.3	270.2	0.0	0.0
0+620	SIST. ALTA	2.38	0.9	1/5	5	16.4	286.6	0.0	0.0
0+625	SIST. ALTA	2.39	0.9	1/5	5	16.5	303.0	0.0	0.0
0+630	SIST. ALTA	2.40	0.9	1/5	5	16.5	319.6	0.0	0.0
0+635	SIST. ALTA	2.41	0.9	1/5	5	16.6	336.2	0.0	0.0
0+640	SIST. ALTA	2.41	0.9	1/5	5	16.7	352.9	0.0	0.0
0+645	SIST. ALTA	2.42	0.9	1/5	5	16.8	369.7	0.0	0.0
0+650	SIST. ALTA	2.43	0.9	1/5	5	16.8	386.5	0.0	0.0
0+655	SIST. ALTA	2.42	0.9	1/5	5	16.7	403.2	0.0	0.0
0+660	SIST. ALTA	2.40	0.9	1/5	5	16.6	419.8	0.0	0.0
0+665	SIST. ALTA	2.39	0.9	1/5	5	16.5	436.3	0.0	0.0
0+670	SIST. ALTA	2.38	0.9	1/5	5	16.4	452.6	0.0	0.0
0+675	SIST. ALTA	2.37	0.9	1/5	5	16.2	468.9	0.0	0.0
0+680	SIST. ALTA	2.35	0.9	1/5	5	16.1	485.0	0.0	0.0
0+685	SIST. ALTA	2.34	0.9	1/5	5	16.0	501.0	0.0	0.0
0+690	SIST. ALTA	2.33	0.9	1/5	5	15.9	516.9	0.0	0.0
0+695	SIST. ALTA	2.31	0.9	1/5	5	15.8	532.6	0.0	0.0
0+700	SIST. ALTA	2.30	0.9	1/5	5	15.6	548.3	0.0	0.0
<b>TOTAL</b>						<b>548.3</b>	<b>548.3</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>

## 2.2. Conducción de distribución

Sección tipo 2 – 1.256 m									
PK	TRAMO	PROF. (m)	ANCHO (m)	TALUD	LONG. (m)	VOL. EXCAV. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	DEMOL. (m3)	RELLENO (m3)
0+000	DISTRIB.	2.30	0.9	1/5	0	0.0	0.0	0.0	0.0
0+005	DISTRIB.	2.31	0.9	1/5	5	15.7	15.7	0.0	0.0
0+010	DISTRIB.	2.32	0.9	1/5	5	15.9	31.6	0.0	0.0
0+015	DISTRIB.	2.34	0.9	1/5	5	16.0	47.6	0.0	0.0
0+020	DISTRIB.	2.35	0.9	1/5	5	16.1	63.7	0.0	0.0
0+025	DISTRIB.	2.36	0.9	1/5	5	16.2	79.8	0.0	0.0
0+030	DISTRIB.	2.37	0.9	1/5	5	16.3	96.1	0.0	0.0
0+035	DISTRIB.	2.38	0.9	1/5	5	16.4	112.6	0.0	0.0

Sección tipo 2 – 1.256 m									
PK	TRAMO	PROF. (m)	ANCHO (m)	TALUD	LONG. (m)	VOL. EXCAV. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	DEMOL. (m3)	RELLENO (m3)
0+040	DISTRIB.	2.40	0.9	1/5	5	16.5	129.1	0.0	0.0
0+045	DISTRIB.	2.41	0.9	1/5	5	16.6	145.7	0.0	0.0
0+050	DISTRIB.	2.42	0.9	1/5	5	16.7	162.5	0.0	0.0
0+055	DISTRIB.	2.42	0.9	1/5	5	16.7	179.2	0.0	0.0
0+060	DISTRIB.	2.42	0.9	1/5	5	16.7	195.9	0.0	0.0
0+065	DISTRIB.	2.41	0.9	1/5	5	16.7	212.6	0.0	0.0
0+070	DISTRIB.	2.41	0.9	1/5	5	16.7	229.3	0.0	0.0
0+075	DISTRIB.	2.41	0.9	1/5	5	16.7	245.9	0.0	0.0
0+080	DISTRIB.	2.41	0.9	1/5	5	16.6	262.5	0.0	0.0
0+085	DISTRIB.	2.41	0.9	1/5	5	16.6	279.2	0.0	0.0
0+090	DISTRIB.	2.40	0.9	1/5	5	16.6	295.8	0.0	0.0
0+095	DISTRIB.	2.40	0.9	1/5	5	16.6	312.3	0.0	0.0
0+100	DISTRIB.	2.40	0.9	1/5	5	16.6	328.9	0.0	0.0
0+105	DISTRIB.	2.33	0.9	1/5	5	15.9	344.8	0.0	0.0
0+110	DISTRIB.	2.25	0.9	1/5	5	15.2	360.0	0.0	0.0
0+115	DISTRIB.	2.18	0.9	1/5	5	14.6	374.6	0.0	0.0
0+120	DISTRIB.	2.11	0.9	1/5	5	13.9	388.5	0.0	0.0
0+125	DISTRIB.	2.04	0.9	1/5	5	13.3	401.8	0.0	0.0
0+130	DISTRIB.	1.96	0.9	1/5	5	12.7	414.5	0.0	0.0
0+135	DISTRIB.	1.89	0.9	1/5	5	12.1	426.6	0.0	0.0
0+140	DISTRIB.	1.82	0.9	1/5	5	11.5	438.0	0.0	0.0
0+145	DISTRIB.	1.74	0.9	1/5	5	10.9	448.9	0.0	0.0
0+150	DISTRIB.	1.67	0.9	1/5	5	10.3	459.2	0.0	0.0
0+155	DISTRIB.	1.66	0.9	1/5	5	10.2	469.4	0.0	0.0
0+160	DISTRIB.	1.65	0.9	1/5	5	10.1	479.6	0.0	0.0
0+165	DISTRIB.	1.64	0.9	1/5	5	10.1	489.7	0.0	0.0
0+170	DISTRIB.	1.63	0.9	1/5	5	10.0	499.6	0.0	0.0
0+175	DISTRIB.	1.62	0.9	1/5	5	9.9	509.6	0.0	0.0
0+180	DISTRIB.	1.61	0.9	1/5	5	9.8	519.4	0.0	0.0
0+185	DISTRIB.	1.60	0.9	1/5	5	9.8	529.2	0.0	0.0
0+190	DISTRIB.	1.59	0.9	1/5	5	9.7	538.8	0.0	0.0
0+195	DISTRIB.	1.58	0.9	1/5	5	9.6	548.4	0.0	0.0
0+200	DISTRIB.	1.57	0.9	1/5	5	9.5	558.0	0.0	0.0
0+205	DISTRIB.	1.57	0.9	1/5	5	9.6	567.5	0.0	0.0
0+210	DISTRIB.	1.58	0.9	1/5	5	9.6	577.1	0.0	0.0
0+215	DISTRIB.	1.58	0.9	1/5	5	9.6	586.8	0.0	0.0
0+220	DISTRIB.	1.59	0.9	1/5	5	9.7	596.4	0.0	0.0
0+225	DISTRIB.	1.59	0.9	1/5	5	9.7	606.1	0.0	0.0
0+230	DISTRIB.	1.59	0.9	1/5	5	9.7	615.8	0.0	0.0
0+235	DISTRIB.	1.60	0.9	1/5	5	9.7	625.5	0.0	0.0



Sección tipo 2 – 1.256 m									
PK	TRAMO	PROF. (m)	ANCHO (m)	TALUD	LONG. (m)	VOL. EXCAV. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	DEMOL. (m3)	RELLENO (m3)
0+240	DISTRIB.	1.60	0.9	1/5	5	9.8	635.3	0.0	0.0
0+245	DISTRIB.	1.61	0.9	1/5	5	9.8	645.1	0.0	0.0
0+250	DISTRIB.	1.61	0.9	1/5	5	9.8	655.0	0.0	0.0
0+255	DISTRIB.	1.59	0.9	1/5	5	9.7	664.6	0.0	0.0
0+260	DISTRIB.	1.57	0.9	1/5	5	9.5	674.2	0.0	0.0
0+265	DISTRIB.	1.55	0.9	1/5	5	9.4	683.6	0.0	0.0
0+270	DISTRIB.	1.53	0.9	1/5	5	9.2	692.8	0.0	0.0
0+275	DISTRIB.	1.51	0.9	1/5	5	9.1	701.9	0.0	0.0
0+280	DISTRIB.	1.49	0.9	1/5	5	8.9	710.8	0.0	0.0
0+285	DISTRIB.	1.47	0.9	1/5	5	8.8	719.6	0.0	0.0
0+290	DISTRIB.	1.45	0.9	1/5	5	8.6	728.2	0.0	0.0
0+295	DISTRIB.	1.43	0.9	1/5	5	8.5	736.7	0.0	0.0
0+300	DISTRIB.	1.41	0.9	1/5	5	8.3	745.0	0.0	0.0
0+305	DISTRIB.	1.42	0.9	1/5	5	8.4	753.4	0.0	0.0
0+310	DISTRIB.	1.42	0.9	1/5	5	8.4	761.8	0.0	0.0
0+315	DISTRIB.	1.43	0.9	1/5	5	8.5	770.3	0.0	0.0
0+320	DISTRIB.	1.43	0.9	1/5	5	8.5	778.8	0.0	0.0
0+325	DISTRIB.	1.44	0.9	1/5	5	8.6	787.3	0.0	0.0
0+330	DISTRIB.	1.45	0.9	1/5	5	8.6	795.9	0.0	0.0
0+335	DISTRIB.	1.45	0.9	1/5	5	8.6	804.6	0.0	0.0
0+340	DISTRIB.	1.46	0.9	1/5	5	8.7	813.2	0.0	0.0
0+345	DISTRIB.	1.46	0.9	1/5	5	8.7	822.0	0.0	0.0
0+350	DISTRIB.	1.47	0.9	1/5	5	8.8	830.8	0.0	0.0
0+355	DISTRIB.	1.52	0.9	1/5	5	9.1	839.9	0.0	0.0
0+360	DISTRIB.	1.56	0.9	1/5	5	9.5	849.3	0.0	0.0
0+365	DISTRIB.	1.61	0.9	1/5	5	9.8	859.1	0.0	0.0
0+370	DISTRIB.	1.65	0.9	1/5	5	10.1	869.3	0.0	0.0
0+375	DISTRIB.	1.70	0.9	1/5	5	10.5	879.8	0.0	0.0
0+380	DISTRIB.	1.74	0.9	1/5	5	10.9	890.6	0.0	0.0
0+385	DISTRIB.	1.79	0.9	1/5	5	11.2	901.8	0.0	0.0
0+390	DISTRIB.	1.83	0.9	1/5	5	11.6	913.4	0.0	0.0
0+395	DISTRIB.	1.88	0.9	1/5	5	12.0	925.4	0.0	0.0
0+400	DISTRIB.	1.92	0.9	1/5	5	12.3	937.7	0.0	0.0
0+405	DISTRIB.	1.87	0.9	1/5	5	11.9	949.6	0.0	0.0
0+410	DISTRIB.	1.82	0.9	1/5	5	11.5	961.1	0.0	0.0
0+415	DISTRIB.	1.76	0.9	1/5	5	11.0	972.1	0.0	0.0
0+420	DISTRIB.	1.71	0.9	1/5	5	10.6	982.8	0.0	0.0
0+425	DISTRIB.	1.66	0.9	1/5	5	10.2	993.0	0.0	0.0
0+430	DISTRIB.	1.61	0.9	1/5	5	9.8	1002.8	0.0	0.0
0+435	DISTRIB.	1.56	0.9	1/5	5	9.4	1012.2	0.0	0.0

Sección tipo 2 – 1.256 m									
PK	TRAMO	PROF. (m)	ANCHO (m)	TALUD	LONG. (m)	VOL. EXCAV. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	DEMOL. (m3)	RELLENO (m3)
0+440	DISTRIB.	1.50	0.9	1/5	5	9.0	1021.3	0.0	0.0
0+445	DISTRIB.	1.45	0.9	1/5	5	8.6	1029.9	0.0	0.0
0+450	DISTRIB.	1.40	0.9	1/5	5	8.3	1038.2	0.0	0.0
0+455	DISTRIB.	1.45	0.9	1/5	5	8.6	1046.8	0.0	0.0
0+460	DISTRIB.	1.50	0.9	1/5	5	9.0	1055.8	0.0	0.0
0+465	DISTRIB.	1.55	0.9	1/5	5	9.4	1065.2	0.0	0.0
0+470	DISTRIB.	1.60	0.9	1/5	5	9.8	1074.9	0.0	0.0
0+475	DISTRIB.	1.65	0.9	1/5	5	10.1	1085.1	0.0	0.0
0+480	DISTRIB.	1.70	0.9	1/5	5	10.5	1095.6	0.0	0.0
0+485	DISTRIB.	1.75	0.9	1/5	5	10.9	1106.6	0.0	0.0
0+490	DISTRIB.	1.80	0.9	1/5	5	11.3	1117.9	0.0	0.0
0+495	DISTRIB.	1.85	0.9	1/5	5	11.7	1129.6	0.0	0.0
0+500	DISTRIB.	1.90	0.9	1/5	5	12.2	1141.8	0.0	0.0
0+505	DISTRIB.	1.89	0.9	1/5	5	12.1	1153.9	0.0	0.0
0+510	DISTRIB.	1.87	0.9	1/5	5	11.9	1165.8	0.0	0.0
0+515	DISTRIB.	1.86	0.9	1/5	5	11.8	1177.6	0.0	0.0
0+520	DISTRIB.	1.85	0.9	1/5	5	11.7	1189.4	0.0	0.0
0+525	DISTRIB.	1.84	0.9	1/5	5	11.6	1201.0	0.0	0.0
0+530	DISTRIB.	1.82	0.9	1/5	5	11.5	1212.5	0.0	0.0
0+535	DISTRIB.	1.81	0.9	1/5	5	11.4	1223.9	0.0	0.0
0+540	DISTRIB.	1.80	0.9	1/5	5	11.3	1235.2	0.0	0.0
0+545	DISTRIB.	1.78	0.9	1/5	5	11.2	1246.4	0.0	0.0
0+550	DISTRIB.	1.77	0.9	1/5	5	11.1	1257.5	0.0	0.0
0+555	DISTRIB.	1.77	0.9	1/5	5	11.1	1268.6	0.0	0.0
0+560	DISTRIB.	1.77	0.9	1/5	5	11.1	1279.7	0.0	0.0
0+565	DISTRIB.	1.77	0.9	1/5	5	11.1	1290.8	0.0	0.0
0+570	DISTRIB.	1.77	0.9	1/5	5	11.1	1301.9	0.0	0.0
0+575	DISTRIB.	1.77	0.9	1/5	5	11.1	1313.0	0.0	0.0
0+580	DISTRIB.	1.77	0.9	1/5	5	11.1	1324.1	0.0	0.0
0+585	DISTRIB.	1.77	0.9	1/5	5	11.1	1335.2	0.0	0.0
0+590	DISTRIB.	1.77	0.9	1/5	5	11.1	1346.3	0.0	0.0
0+595	DISTRIB.	1.77	0.9	1/5	5	11.1	1357.4	0.0	0.0
0+600	DISTRIB.	1.78	0.9	1/5	5	11.2	1368.6	0.0	0.0
0+605	DISTRIB.	1.80	0.9	1/5	5	11.3	1379.9	0.0	0.0
0+610	DISTRIB.	1.82	0.9	1/5	5	11.5	1391.4	0.0	0.0
0+615	DISTRIB.	1.83	0.9	1/5	5	11.6	1403.0	0.0	0.0
0+620	DISTRIB.	1.85	0.9	1/5	5	11.8	1414.8	0.0	0.0
0+625	DISTRIB.	1.87	0.9	1/5	5	11.9	1426.7	0.0	0.0
0+630	DISTRIB.	1.89	0.9	1/5	5	12.1	1438.7	0.0	0.0
0+635	DISTRIB.	1.91	0.9	1/5	5	12.2	1450.9	0.0	0.0





Sección tipo 2 – 1.256 m									
PK	TRAMO	PROF. (m)	ANCHO (m)	TALUD	LONG. (m)	VOL. EXCAV. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	DEMOL. (m3)	RELLENO (m3)
0+640	DISTRIB.	1.92	0.9	1/5	5	12.4	1463.3	0.0	0.0
0+645	DISTRIB.	1.94	0.9	1/5	5	12.5	1475.8	0.0	0.0
0+650	DISTRIB.	1.96	0.9	1/5	5	12.7	1488.5	0.0	0.0
0+655	DISTRIB.	1.91	0.9	1/5	5	12.2	1500.7	0.0	0.0
0+660	DISTRIB.	1.85	0.9	1/5	5	11.8	1512.5	0.0	0.0
0+665	DISTRIB.	1.80	0.9	1/5	5	11.3	1523.8	0.0	0.0
0+670	DISTRIB.	1.74	0.9	1/5	5	10.9	1534.7	0.0	0.0
0+675	DISTRIB.	1.69	0.9	1/5	5	10.5	1545.1	0.0	0.0
0+680	DISTRIB.	1.64	0.9	1/5	5	10.0	1555.2	0.0	0.0
0+685	DISTRIB.	1.58	0.9	1/5	5	9.6	1564.8	0.0	0.0
0+690	DISTRIB.	1.53	0.9	1/5	5	9.2	1574.0	0.0	0.0
0+695	DISTRIB.	1.47	0.9	1/5	5	8.8	1582.8	0.0	0.0
0+700	DISTRIB.	1.42	0.9	1/5	5	8.4	1591.2	0.0	0.0
0+705	DISTRIB.	1.49	0.9	1/5	5	8.9	1600.1	0.0	0.0
0+710	DISTRIB.	1.56	0.9	1/5	5	9.5	1609.6	0.0	0.0
0+715	DISTRIB.	1.63	0.9	1/5	5	10.0	1619.6	0.0	0.0
0+720	DISTRIB.	1.70	0.9	1/5	5	10.6	1630.2	0.0	0.0
0+725	DISTRIB.	1.78	0.9	1/5	5	11.1	1641.3	0.0	0.0
0+730	DISTRIB.	1.85	0.9	1/5	5	11.7	1653.0	0.0	0.0
0+735	DISTRIB.	1.92	0.9	1/5	5	12.3	1665.4	0.0	0.0
0+740	DISTRIB.	1.99	0.9	1/5	5	12.9	1678.2	0.0	0.0
0+745	DISTRIB.	2.06	0.9	1/5	5	13.5	1691.8	0.0	0.0
0+750	DISTRIB.	2.13	0.9	1/5	5	14.1	1705.9	0.0	0.0
0+755	DISTRIB.	2.14	0.9	1/5	5	14.2	1720.0	0.0	0.0
0+760	DISTRIB.	2.14	0.9	1/5	5	14.2	1734.3	0.0	0.0
0+765	DISTRIB.	2.15	0.9	1/5	5	14.3	1748.5	0.0	0.0
0+770	DISTRIB.	2.15	0.9	1/5	5	14.3	1762.8	0.0	0.0
0+775	DISTRIB.	2.16	0.9	1/5	5	14.3	1777.1	0.0	0.0
0+780	DISTRIB.	2.16	0.9	1/5	5	14.4	1791.5	0.0	0.0
0+785	DISTRIB.	2.17	0.9	1/5	5	14.4	1806.0	0.0	0.0
0+790	DISTRIB.	2.17	0.9	1/5	5	14.5	1820.4	0.0	0.0
0+795	DISTRIB.	2.18	0.9	1/5	5	14.5	1835.0	0.0	0.0
0+800	DISTRIB.	2.18	0.9	1/5	5	14.6	1849.5	0.0	0.0
0+805	DISTRIB.	2.18	0.9	1/5	5	14.6	1864.1	0.0	0.0
0+810	DISTRIB.	2.18	0.9	1/5	5	14.6	1878.6	0.0	0.0
0+815	DISTRIB.	2.18	0.9	1/5	5	14.6	1893.2	0.0	0.0
0+820	DISTRIB.	2.18	0.9	1/5	5	14.6	1907.8	0.0	0.0
0+825	DISTRIB.	2.18	0.9	1/5	5	14.6	1922.3	0.0	0.0
0+830	DISTRIB.	2.18	0.9	1/5	5	14.6	1936.9	0.0	0.0
0+835	DISTRIB.	2.18	0.9	1/5	5	14.6	1951.5	0.0	0.0

Sección tipo 2 – 1.256 m									
PK	TRAMO	PROF. (m)	ANCHO (m)	TALUD	LONG. (m)	VOL. EXCAV. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	DEMOL. (m3)	RELLENO (m3)
0+840	DISTRIB.	2.18	0.9	1/5	5	14.6	1966.0	0.0	0.0
0+845	DISTRIB.	2.18	0.9	1/5	5	14.6	1980.6	0.0	0.0
0+850	DISTRIB.	2.18	0.9	1/5	5	14.6	1995.1	0.0	0.0
0+855	DISTRIB.	2.12	0.9	1/5	5	14.1	2009.2	0.0	0.0
0+860	DISTRIB.	2.07	0.9	1/5	5	13.6	2022.8	0.0	0.0
0+865	DISTRIB.	2.01	0.9	1/5	5	13.1	2035.8	0.0	0.0
0+870	DISTRIB.	1.95	0.9	1/5	5	12.6	2048.4	0.0	0.0
0+875	DISTRIB.	1.90	0.9	1/5	5	12.1	2060.6	0.0	0.0
0+880	DISTRIB.	1.84	0.9	1/5	5	11.6	2072.2	0.0	0.0
0+885	DISTRIB.	1.78	0.9	1/5	5	11.2	2083.4	0.0	0.0
0+890	DISTRIB.	1.72	0.9	1/5	5	10.7	2094.1	0.0	0.0
0+895	DISTRIB.	1.67	0.9	1/5	5	10.3	2104.4	0.0	0.0
0+900	DISTRIB.	1.61	0.9	1/5	5	9.8	2114.2	0.0	0.0
0+905	DISTRIB.	1.64	0.9	1/5	5	10.1	2124.3	0.0	0.0
0+910	DISTRIB.	1.67	0.9	1/5	5	10.3	2134.6	0.0	0.0
0+915	DISTRIB.	1.70	0.9	1/5	5	10.5	2145.1	0.0	0.0
0+920	DISTRIB.	1.73	0.9	1/5	5	10.7	2155.8	0.0	0.0
0+925	DISTRIB.	1.76	0.9	1/5	5	11.0	2166.8	0.0	0.0
0+930	DISTRIB.	1.78	0.9	1/5	5	11.2	2178.0	0.0	0.0
0+935	DISTRIB.	1.81	0.9	1/5	5	11.4	2189.5	0.0	0.0
0+940	DISTRIB.	1.84	0.9	1/5	5	11.7	2201.2	0.0	0.0
0+945	DISTRIB.	1.87	0.9	1/5	5	11.9	2213.1	0.0	0.0
0+950	DISTRIB.	1.90	0.9	1/5	5	12.2	2225.2	0.0	0.0
0+955	DISTRIB.	1.93	0.9	1/5	5	12.4	2237.6	0.0	0.0
0+960	DISTRIB.	1.96	0.9	1/5	5	12.6	2250.3	0.0	0.0
0+965	DISTRIB.	1.99	0.9	1/5	5	12.9	2263.2	0.0	0.0
0+970	DISTRIB.	2.02	0.9	1/5	5	13.1	2276.3	0.0	0.0
0+975	DISTRIB.	2.05	0.9	1/5	5	13.4	2289.7	0.0	0.0
0+980	DISTRIB.	2.07	0.9	1/5	5	13.6	2303.3	0.0	0.0
0+985	DISTRIB.	2.10	0.9	1/5	5	13.9	2317.2	0.0	0.0
0+990	DISTRIB.	2.13	0.9	1/5	5	14.1	2331.4	0.0	0.0
0+995	DISTRIB.	2.16	0.9	1/5	5	14.4	2345.8	0.0	0.0
1+000	DISTRIB.	2.19	0.9	1/5	5	14.7	2360.4	0.0	0.0
1+005	DISTRIB.	2.17	0.9	1/5	5	14.5	2374.9	0.0	0.0
1+010	DISTRIB.	2.15	0.9	1/5	5	14.3	2389.2	0.0	0.0
1+015	DISTRIB.	2.13	0.9	1/5	5	14.1	2403.2	0.0	0.0
1+020	DISTRIB.	2.11	0.9	1/5	5	13.9	2417.2	0.0	0.0
1+025	DISTRIB.	2.09	0.9	1/5	5	13.7	2430.9	0.0	0.0
1+030	DISTRIB.	2.06	0.9	1/5	5	13.5	2444.4	0.0	0.0
1+035	DISTRIB.	2.04	0.9	1/5	5	13.4	2457.8	0.0	0.0



Sección tipo 2 – 1.256 m									
PK	TRAMO	PROF. (m)	ANCHO (m)	TALUD	LONG. (m)	VOL. EXCAV. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	DEMOL. (m3)	RELLENO (m3)
1+040	DISTRIB.	2.02	0.9	1/5	5	13.2	2471.0	0.0	0.0
1+045	DISTRIB.	2.00	0.9	1/5	5	13.0	2484.0	0.0	0.0
1+050	DISTRIB.	1.98	0.9	1/5	5	12.8	2496.8	0.0	0.0
1+055	DISTRIB.	1.94	0.9	1/5	5	12.5	2509.4	0.0	0.0
1+060	DISTRIB.	1.91	0.9	1/5	5	12.2	2521.6	0.0	0.0
1+065	DISTRIB.	1.87	0.9	1/5	5	11.9	2533.5	0.0	0.0
1+070	DISTRIB.	1.84	0.9	1/5	5	11.6	2545.1	0.0	0.0
1+075	DISTRIB.	1.80	0.9	1/5	5	11.3	2556.5	0.0	0.0
1+080	DISTRIB.	1.76	0.9	1/5	5	11.0	2567.5	0.0	0.0
1+085	DISTRIB.	1.73	0.9	1/5	5	10.8	2578.3	0.0	0.0
1+090	DISTRIB.	1.69	0.9	1/5	5	10.5	2588.8	0.0	0.0
1+095	DISTRIB.	1.66	0.9	1/5	5	10.2	2599.0	0.0	0.0
1+100	DISTRIB.	1.62	0.9	1/5	5	9.9	2608.9	0.0	0.0
1+105	DISTRIB.	1.70	0.9	1/5	5	10.5	2619.4	0.0	0.0
1+110	DISTRIB.	1.77	0.9	1/5	5	11.1	2630.5	0.0	0.0
1+115	DISTRIB.	1.85	0.9	1/5	5	11.8	2642.3	0.0	0.0
1+120	DISTRIB.	1.93	0.9	1/5	5	12.4	2654.7	0.0	0.0
1+125	DISTRIB.	2.01	0.9	1/5	5	13.0	2667.7	0.0	0.0
1+130	DISTRIB.	2.08	0.9	1/5	5	13.7	2681.4	0.0	0.0
1+135	DISTRIB.	2.16	0.9	1/5	5	14.4	2695.8	0.0	0.0
1+140	DISTRIB.	2.24	0.9	1/5	5	15.1	2710.9	0.0	0.0
1+145	DISTRIB.	2.31	0.9	1/5	5	15.8	2726.6	0.0	0.0
1+150	DISTRIB.	2.39	0.9	1/5	5	16.5	2743.1	0.0	0.0
1+155	DISTRIB.	2.36	0.9	1/5	5	16.2	2759.3	0.0	0.0
1+160	DISTRIB.	2.33	0.9	1/5	5	15.9	2775.1	0.0	0.0
1+165	DISTRIB.	2.29	0.9	1/5	5	15.6	2790.7	0.0	0.0
1+170	DISTRIB.	2.26	0.9	1/5	5	15.3	2806.0	0.0	0.0
1+175	DISTRIB.	2.23	0.9	1/5	5	15.0	2821.0	0.0	0.0
1+180	DISTRIB.	2.20	0.9	1/5	5	14.7	2835.7	0.0	0.0
1+185	DISTRIB.	2.17	0.9	1/5	5	14.4	2850.2	0.0	0.0
1+190	DISTRIB.	2.13	0.9	1/5	5	14.2	2864.3	0.0	0.0
1+195	DISTRIB.	2.10	0.9	1/5	5	13.9	2878.2	0.0	0.0
1+200	DISTRIB.	2.07	0.9	1/5	5	13.6	2891.8	0.0	0.0
1+205	DISTRIB.	2.11	0.9	1/5	5	14.0	2905.8	0.0	0.0
1+210	DISTRIB.	2.15	0.9	1/5	5	14.3	2920.1	0.0	0.0
1+215	DISTRIB.	2.19	0.9	1/5	5	14.7	2934.8	0.0	0.0
1+220	DISTRIB.	2.23	0.9	1/5	5	15.0	2949.8	0.0	0.0
1+225	DISTRIB.	2.28	0.9	1/5	5	15.4	2965.2	0.0	0.0
1+230	DISTRIB.	2.32	0.9	1/5	5	15.8	2981.0	0.0	0.0
1+235	DISTRIB.	2.36	0.9	1/5	5	16.2	2997.2	0.0	0.0

Sección tipo 2 – 1.256 m									
PK	TRAMO	PROF. (m)	ANCHO (m)	TALUD	LONG. (m)	VOL. EXCAV. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	DEMOL. (m3)	RELLENO (m3)
1+240	DISTRIB.	2.40	0.9	1/5	5	16.5	3013.7	0.0	0.0
1+245	DISTRIB.	2.44	0.9	1/5	5	16.9	3030.6	0.0	0.0
1+250	DISTRIB.	2.48	0.9	1/5	5	17.3	3048.0	0.0	0.0
1+255	DISTRIB.	2.42	0.9	1/5	5	16.8	3064.7	0.0	0.0
1+260	DISTRIB.	2.37	0.9	1/5	5	16.2	3081.0	0.0	0.0
1+265	DISTRIB.	2.31	0.9	1/5	5	15.7	3096.7	0.0	0.0
1+270	DISTRIB.	2.25	0.9	1/5	5	15.2	3111.9	0.0	0.0
1+275	DISTRIB.	2.20	0.9	1/5	5	14.7	3126.6	0.0	0.0
1+280	DISTRIB.	2.14	0.9	1/5	5	14.2	3140.8	0.0	0.0
1+285	DISTRIB.	2.08	0.9	1/5	5	13.7	3154.5	0.0	0.0
1+290	DISTRIB.	2.02	0.9	1/5	5	13.2	3167.7	0.0	0.0
1+295	DISTRIB.	1.97	0.9	1/5	5	12.7	3180.4	0.0	0.0
1+300	DISTRIB.	1.91	0.9	1/5	5	12.2	3192.6	0.0	0.0
1+305	DISTRIB.	1.95	0.9	1/5	5	12.6	3205.2	0.0	0.0
1+310	DISTRIB.	1.99	0.9	1/5	5	12.9	3218.2	0.0	0.0
1+315	DISTRIB.	2.04	0.9	1/5	5	13.3	3231.5	0.0	0.0
1+320	DISTRIB.	2.08	0.9	1/5	5	13.7	3245.2	0.0	0.0
1+325	DISTRIB.	2.12	0.9	1/5	5	14.0	3259.2	0.0	0.0
1+330	DISTRIB.	2.16	0.9	1/5	5	14.4	3273.6	0.0	0.0
1+335	DISTRIB.	2.20	0.9	1/5	5	14.8	3288.4	0.0	0.0
1+340	DISTRIB.	2.25	0.9	1/5	5	15.2	3303.5	0.0	0.0
1+345	DISTRIB.	2.29	0.9	1/5	5	15.5	3319.1	0.0	0.0
1+350	DISTRIB.	2.33	0.9	1/5	5	15.9	3335.0	0.0	0.0
1+355	DISTRIB.	2.31	0.9	1/5	5	15.8	3350.7	0.0	0.0
1+360	DISTRIB.	2.30	0.9	1/5	5	15.6	3366.3	0.0	0.0
1+365	DISTRIB.	2.28	0.9	1/5	5	15.4	3381.8	0.0	0.0
1+370	DISTRIB.	2.26	0.9	1/5	5	15.3	3397.1	0.0	0.0
1+375	DISTRIB.	2.25	0.9	1/5	5	15.1	3412.2	0.0	0.0
1+380	DISTRIB.	2.23	0.9	1/5	5	15.0	3427.2	0.0	0.0
1+385	DISTRIB.	2.21	0.9	1/5	5	14.8	3442.1	0.0	0.0
1+390	DISTRIB.	2.19	0.9	1/5	5	14.7	3456.7	0.0	0.0
1+395	DISTRIB.	2.18	0.9	1/5	5	14.5	3471.3	0.0	0.0
1+400	DISTRIB.	2.16	0.9	1/5	5	14.4	3485.7	0.0	0.0
1+405	DISTRIB.	2.16	0.9	1/5	5	14.4	3500.0	0.0	0.0
1+410	DISTRIB.	2.16	0.9	1/5	5	14.4	3514.4	0.0	0.0
1+415	DISTRIB.	2.16	0.9	1/5	5	14.4	3528.8	0.0	0.0
1+420	DISTRIB.	2.16	0.9	1/5	5	14.4	3543.2	0.0	0.0
1+425	DISTRIB.	2.16	0.9	1/5	5	14.4	3557.6	0.0	0.0
1+430	DISTRIB.	2.16	0.9	1/5	5	14.4	3572.0	0.0	0.0
1+435	DISTRIB.	2.16	0.9	1/5	5	14.4	3586.4	0.0	0.0



Sección tipo 2 – 1.256 m									
PK	TRAMO	PROF. (m)	ANCHO (m)	TALUD	LONG. (m)	VOL. EXCAV. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	DEMOL. (m3)	RELLENO (m3)
1+440	DISTRIB.	2.16	0.9	1/5	5	14.4	3600.7	0.0	0.0
1+445	DISTRIB.	2.16	0.9	1/5	5	14.4	3615.1	0.0	0.0
1+450	DISTRIB.	2.16	0.9	1/5	5	14.4	3629.5	0.0	0.0
1+455	DISTRIB.	2.16	0.9	1/5	5	14.4	3643.9	0.0	0.0
1+458	DISTRIB.	2.16	0.9	1/5	3	8.6	3652.5	0.0	0.0
<b>TOTAL</b>						<b>3652.5</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	

Sección tipo 3 - 921 m									
PK	TRAMO	PROF. (m)	ANCHO (m)	LONG. (m)	VOL. EXCAV. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	DEMOL. (m3)	RELLENO (m3)	
1+458	DISTRIB.	2.16	0.9	0	0.0	0.0	5.7	0.0	
1+460	DISTRIB.	2.16	0.9	2	3.9	3.9	5.7	0.0	
1+465	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	13.6	5.7	0.0	
1+470	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	23.3	5.7	0.0	
1+475	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	33.0	5.7	0.0	
1+480	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	42.8	5.7	0.0	
1+485	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	52.5	5.7	0.0	
1+490	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	62.2	5.7	0.0	
1+495	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	71.9	5.7	0.0	
1+500	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	81.6	5.7	0.0	
1+505	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	91.4	5.7	0.0	
1+510	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	101.1	5.7	0.0	
1+515	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	110.8	5.7	0.0	
1+520	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	120.5	5.7	0.0	
1+525	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	130.2	5.7	0.0	
1+530	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	140.0	5.7	0.0	
1+535	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	149.7	5.7	0.0	
1+540	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	159.4	5.7	0.0	
1+545	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	169.1	5.7	0.0	
1+550	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	178.8	5.7	0.0	
1+555	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	188.6	5.7	0.0	
1+560	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	198.3	5.7	0.0	
1+565	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	208.0	5.7	0.0	
1+570	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	217.7	5.7	0.0	
1+575	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	227.4	5.7	0.0	
1+580	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	237.2	5.7	0.0	
1+585	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	246.9	5.7	0.0	
1+590	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	256.6	5.7	0.0	

Sección tipo 3 - 921 m									
PK	TRAMO	PROF. (m)	ANCHO (m)	LONG. (m)	VOL. EXCAV. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	DEMOL. (m3)	RELLENO (m3)	
1+595	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	266.3	5.7	0.0	
1+600	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	276.0	5.7	0.0	
1+605	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	285.8	5.7	0.0	
1+610	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	295.5	5.7	0.0	
1+615	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	305.2	5.7	0.0	
1+620	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	314.9	5.7	0.0	
1+625	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	324.6	5.7	0.0	
1+630	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	334.4	5.7	0.0	
1+635	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	344.1	5.7	0.0	
1+640	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	353.8	5.7	0.0	
1+645	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	363.5	5.7	0.0	
1+650	DISTRIB.	2.16	0.9	5	9.7	373.2	5.7	0.0	
1+655	DISTRIB.	2.10	0.9	5	9.4	382.7	5.7	0.0	
1+660	DISTRIB.	2.04	0.9	5	9.2	391.9	5.7	0.0	
1+665	DISTRIB.	1.98	0.9	5	8.9	400.8	5.7	0.0	
1+670	DISTRIB.	1.92	0.9	5	8.6	409.4	5.7	0.0	
1+675	DISTRIB.	1.86	0.9	5	8.3	417.7	5.7	0.0	
1+680	DISTRIB.	1.79	0.9	5	8.1	425.8	5.7	0.0	
1+685	DISTRIB.	1.73	0.9	5	7.8	433.6	5.7	0.0	
1+690	DISTRIB.	1.67	0.9	5	7.5	441.1	5.7	0.0	
1+695	DISTRIB.	1.61	0.9	5	7.2	448.4	5.7	0.0	
1+700	DISTRIB.	1.55	0.9	5	7.0	455.4	5.7	0.0	
1+705	DISTRIB.	1.59	0.9	5	7.1	462.5	5.7	0.0	
1+710	DISTRIB.	1.62	0.9	5	7.3	469.8	5.7	0.0	
1+715	DISTRIB.	1.66	0.9	5	7.5	477.3	5.7	0.0	
1+720	DISTRIB.	1.70	0.9	5	7.6	484.9	5.7	0.0	
1+725	DISTRIB.	1.74	0.9	5	7.8	492.7	5.7	0.0	
1+730	DISTRIB.	1.77	0.9	5	8.0	500.7	5.7	0.0	
1+735	DISTRIB.	1.81	0.9	5	8.1	508.8	5.7	0.0	
1+740	DISTRIB.	1.85	0.9	5	8.3	517.1	5.7	0.0	
1+745	DISTRIB.	1.88	0.9	5	8.5	525.6	5.7	0.0	
1+750	DISTRIB.	1.92	0.9	5	8.6	534.3	5.7	0.0	
1+755	DISTRIB.	1.90	0.9	5	8.5	542.8	5.7	0.0	
1+760	DISTRIB.	1.87	0.9	5	8.4	551.2	5.7	0.0	
1+765	DISTRIB.	1.85	0.9	5	8.3	559.6	5.7	0.0	
1+770	DISTRIB.	1.83	0.9	5	8.2	567.8	5.7	0.0	
1+775	DISTRIB.	1.81	0.9	5	8.1	575.9	5.7	0.0	
1+780	DISTRIB.	1.78	0.9	5	8.0	583.9	5.7	0.0	
1+785	DISTRIB.	1.76	0.9	5	7.9	591.8	5.7	0.0	
1+790	DISTRIB.	1.74	0.9	5	7.8	599.7	5.7	0.0	





Sección tipo 3 - 921 m								
PK	TRAMO	PROF. (m)	ANCHO (m)	LONG. (m)	VOL. EXCAV. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	DEMOL. (m3)	RELLENO (m3)
1+795	DISTRIB.	1.71	0.9	5	7.7	607.4	5.7	0.0
1+800	DISTRIB.	1.69	0.9	5	7.6	615.0	5.7	0.0
1+805	DISTRIB.	1.67	0.9	5	7.5	622.5	5.7	0.0
1+810	DISTRIB.	1.64	0.9	5	7.4	629.8	5.7	0.0
1+815	DISTRIB.	1.62	0.9	5	7.3	637.1	5.7	0.0
1+820	DISTRIB.	1.59	0.9	5	7.2	644.3	5.7	0.0
1+825	DISTRIB.	1.57	0.9	5	7.0	651.3	5.7	0.0
1+830	DISTRIB.	1.54	0.9	5	6.9	658.2	5.7	0.0
1+835	DISTRIB.	1.52	0.9	5	6.8	665.1	5.7	0.0
1+840	DISTRIB.	1.49	0.9	5	6.7	671.8	5.7	0.0
1+845	DISTRIB.	1.47	0.9	5	6.6	678.3	5.7	0.0
1+850	DISTRIB.	1.44	0.9	5	6.5	684.8	5.7	0.0
1+855	DISTRIB.	1.45	0.9	5	6.5	691.4	5.7	0.0
1+860	DISTRIB.	1.46	0.9	5	6.6	698.0	5.7	0.0
1+865	DISTRIB.	1.48	0.9	5	6.6	704.6	5.7	0.0
1+870	DISTRIB.	1.49	0.9	5	6.7	711.3	5.7	0.0
1+875	DISTRIB.	1.50	0.9	5	6.8	718.0	5.7	0.0
1+880	DISTRIB.	1.51	0.9	5	6.8	724.8	5.7	0.0
1+885	DISTRIB.	1.52	0.9	5	6.9	731.7	5.7	0.0
1+890	DISTRIB.	1.54	0.9	5	6.9	738.6	5.7	0.0
1+895	DISTRIB.	1.55	0.9	5	7.0	745.6	5.7	0.0
1+900	DISTRIB.	1.56	0.9	5	7.0	752.6	5.7	0.0
1+905	DISTRIB.	1.55	0.9	5	7.0	759.6	5.7	0.0
1+910	DISTRIB.	1.53	0.9	5	6.9	766.5	5.7	0.0
1+915	DISTRIB.	1.52	0.9	5	6.8	773.3	5.7	0.0
1+920	DISTRIB.	1.51	0.9	5	6.8	780.1	5.7	0.0
1+925	DISTRIB.	1.50	0.9	5	6.7	786.8	5.7	0.0
1+930	DISTRIB.	1.48	0.9	5	6.7	793.5	5.7	0.0
1+935	DISTRIB.	1.47	0.9	5	6.6	800.1	5.7	0.0
1+940	DISTRIB.	1.46	0.9	5	6.6	806.7	5.7	0.0
1+945	DISTRIB.	1.44	0.9	5	6.5	813.1	5.7	0.0
1+950	DISTRIB.	1.43	0.9	5	6.4	819.6	5.7	0.0
1+955	DISTRIB.	1.50	0.9	5	6.8	826.3	5.7	0.0
1+960	DISTRIB.	1.58	0.9	5	7.1	833.4	5.7	0.0
1+965	DISTRIB.	1.65	0.9	5	7.4	840.9	5.7	0.0
1+970	DISTRIB.	1.73	0.9	5	7.8	848.7	5.7	0.0
1+975	DISTRIB.	1.80	0.9	5	8.1	856.8	5.7	0.0
1+980	DISTRIB.	1.87	0.9	5	8.4	865.2	5.7	0.0
1+985	DISTRIB.	1.95	0.9	5	8.8	873.9	5.7	0.0
1+990	DISTRIB.	2.02	0.9	5	9.1	883.0	5.7	0.0

Sección tipo 3 - 921 m								
PK	TRAMO	PROF. (m)	ANCHO (m)	LONG. (m)	VOL. EXCAV. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	DEMOL. (m3)	RELLENO (m3)
1+995	DISTRIB.	2.10	0.9	5	9.4	892.5	5.7	0.0
2+000	DISTRIB.	2.17	0.9	5	9.8	902.2	5.7	0.0
2+005	DISTRIB.	2.14	0.9	5	9.6	911.9	5.7	0.0
2+010	DISTRIB.	2.12	0.9	5	9.5	921.4	5.7	0.0
2+015	DISTRIB.	2.09	0.9	5	9.4	930.8	5.7	0.0
2+020	DISTRIB.	2.06	0.9	5	9.3	940.1	5.7	0.0
2+025	DISTRIB.	2.04	0.9	5	9.2	949.2	5.7	0.0
2+030	DISTRIB.	2.01	0.9	5	9.0	958.3	5.7	0.0
2+035	DISTRIB.	1.98	0.9	5	8.9	967.2	5.7	0.0
2+040	DISTRIB.	1.95	0.9	5	8.8	976.0	5.7	0.0
2+045	DISTRIB.	1.93	0.9	5	8.7	984.7	5.7	0.0
2+050	DISTRIB.	1.90	0.9	5	8.6	993.2	5.7	0.0
2+055	DISTRIB.	1.87	0.9	5	8.4	1001.6	5.7	0.0
2+060	DISTRIB.	1.84	0.9	5	8.3	1009.9	5.7	0.0
2+065	DISTRIB.	1.82	0.9	5	8.2	1018.1	5.7	0.0
2+070	DISTRIB.	1.79	0.9	5	8.0	1026.2	5.7	0.0
2+075	DISTRIB.	1.76	0.9	5	7.9	1034.1	5.7	0.0
2+080	DISTRIB.	1.73	0.9	5	7.8	1041.9	5.7	0.0
2+085	DISTRIB.	1.70	0.9	5	7.7	1049.5	5.7	0.0
2+090	DISTRIB.	1.68	0.9	5	7.5	1057.1	5.7	0.0
2+095	DISTRIB.	1.65	0.9	5	7.4	1064.5	5.7	0.0
2+100	DISTRIB.	1.62	0.9	5	7.3	1071.8	5.7	0.0
2+105	DISTRIB.	1.61	0.9	5	7.3	1079.0	5.7	0.0
2+110	DISTRIB.	1.61	0.9	5	7.2	1086.3	5.7	0.0
2+115	DISTRIB.	1.60	0.9	5	7.2	1093.5	5.7	0.0
2+120	DISTRIB.	1.60	0.9	5	7.2	1100.7	5.7	0.0
2+125	DISTRIB.	1.59	0.9	5	7.2	1107.8	5.7	0.0
2+130	DISTRIB.	1.58	0.9	5	7.1	1115.0	5.7	0.0
2+135	DISTRIB.	1.58	0.9	5	7.1	1122.1	5.7	0.0
2+140	DISTRIB.	1.57	0.9	5	7.1	1129.1	5.7	0.0
2+145	DISTRIB.	1.57	0.9	5	7.0	1136.2	5.7	0.0
2+150	DISTRIB.	1.56	0.9	5	7.0	1143.2	5.7	0.0
2+155	DISTRIB.	1.65	0.9	5	7.4	1150.6	5.7	0.0
2+160	DISTRIB.	1.74	0.9	5	7.8	1158.5	5.7	0.0
2+165	DISTRIB.	1.83	0.9	5	8.2	1166.7	5.7	0.0
2+170	DISTRIB.	1.92	0.9	5	8.6	1175.3	5.7	0.0
2+175	DISTRIB.	2.01	0.9	5	9.0	1184.4	5.7	0.0
2+179	DISTRIB.	2.10	0.9	4	7.6	1191.9	5.7	0.0
<b>TOTAL</b>						<b>1191.9</b>	<b>828.9</b>	<b>0.0</b>



### 3. ESTRUCTURAS

FILTRO Y TANQUE				
	Superficie	Distancia	Vol. parcial	Acumulado
	m2	m	m3	m3
0+000	0.00			0.00
0+005	56.00	5.00	280.00	280.00
0+010	56.00	5.00	280.00	560.00
0+015	56.00	5.00	280.00	840.00
0+020	70.00	5.00	350.00	1,190.00
0+025	70.00	5.00	350.00	1,540.00
0+030	70.00	5.00	350.00	1,890.00
0+035	70.00	5.00	350.00	2,240.00
0+040	70.00	5.00	350.00	2,590.00
0+045	70.00	5.00	350.00	2,940.00
0+050	70.00	5.00	350.00	3,290.00
0+055	70.00	5.00	350.00	3,640.00
0+060	70.00	5.00	350.00	3,990.00
0+065	70.00	5.00	350.00	4,340.00
0+068	0.00			
<b>TOTAL</b>				<b>4,340.00</b>

DEPÓSITO Y CASETA				
	Superficie	Distancia	Vol. parcial	Acumulado
	m2	m	m3	m3
0+000	0.00			0.00
0+005	242.24	5.00	605.60	605.60
0+010	245.26	5.00	1,226.30	1,831.90
0+015	248.28	5.00	1,241.40	3,073.30
0+020	251.30	5.00	1,256.50	4,329.80
0+025	270.16	5.00	1,350.80	5,680.60
0+030	273.18	5.00	1,365.90	7,046.50
0+035	276.20	5.00	1,381.00	8,427.50
0+040	263.38	5.00	1,316.90	9,789.40
0+045	262.12	5.00	1,310.60	11,100.00
0+050	263.88	5.00	1,319.40	12,419.40
0+055	265.64	5.00	664.10	13,083.50
0+057	0.00			
<b>TOTAL</b>				<b>13,083.50</b>



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 9:  
CÁLCULOS HIDRÁULICOS**

**ANEJO Nº9  
CÁLCULOS HIDRAULICOS**

JOSÉ PAJARRÓN PUGA





## ÍNDICE

1. Introducción.....	1
2. Tratamiento terciario.....	1
3. Filtración.....	1
4. Tanque de cloración.....	2
5. Membrana de ultrafiltración.....	4
6. Grupos de bombeo.....	4
7. Deposito principal.....	8
8. Red de conducciones.....	10
9. Golpe de ariete.....	13



## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se detallará el funcionamiento hidráulico de la red.

La red en su desarrollo completo del proyecto consta de las siguientes unidades:

- Filtración
- Tanque de cloración
- Membrana de ultrafiltración
- Bombeo al depósito principal
- Depósito principal
- Bombeo a la cota del parque
- Red de conducciones

Cada una de dichas unidades tiene unos requerimientos técnicos que serán analizados en los sucesivos apartados

Los objetivos del presente anejo son los siguientes:

- Indicar la metodología de cálculo empleada para sistemas de flujo en presión
- Establecer la ubicación optima de la bomba
- Calculo del golpe de ariete
- Dimensionar las unidades de la red

Los valores de referencia que se deben de cumplir en la red se han obtenido de ITOHG-ABA-1/2 "Criterios de diseño de sistemas de abastecimiento a poboacións"

Lo cálculos de las conducciones se han realizado según la metodología expuesta en la ITOHG-ABA1/3 "Cálculo de conduccións"

En un proyecto real, el estudio de dimensionamiento hidráulico, a mayores del cálculo de conducciones y elementos hidráulicos de la red, se requiere de un estudio que determine la idoneidad de los tratamientos y si estos satisfacen las necesidades de calidad de cada uno de los usos en función de la calidad del efluente de la E.D.A.R.

Al carecer de los medios necesarios para dicho estudio, se asume, en base a los datos aportados por la bibliografía que los tratamientos descritos en este anejo son suficientes para asegurar la calidad del efluente de agua regenerada.

## 2. TRATAMIENTO TERCIARIO

Como concepto general, el tratamiento terciario en una planta de depuración implica el paso de aguas residuales, generalmente efluente del tratamiento biológico, a través de una membrana delgada con el fin de eliminar materia en suspensión, patógenos, materia orgánica, nutrientes y sustancias disueltas, que no se eliminan mediante los procesos convencionales de tratamiento de una E.D.A.R.

En la ejecución del presente proyecto se ha dispuesto la necesidad de un filtro rápido a gravedad y un tanque de cloración, por los cuales circulará todo el caudal estimado, 528, 57 l/s.

Del afluente de estas unidades se recircularán 73,36 l/s al primer grupo de bombeo, que constituye la aportación al depósito principal.

El caudal que no ha sido recirculado, la dotación de la refinería, 455,21 l/s, al ser requerido de una calidad superior, tiene que ser tratado mediante la técnica de membrana de ultrafiltración para posteriormente ser bombeado al segundo depósito.

Dicho depósito, como ya se detalla en el apartado 9 del Anejo nº4 Análisis de alternativas queda fuera del alcance del proyecto, sin embargo, en este apartado dimensionaremos las unidades de tratamiento para tratar todo el caudal previsto ya que sienta las bases para una futura ampliación de la red.

## 3. FILTRACIÓN

Los filtros son unidades de tratamiento físico y biológico que se han utilizado desde hace muchos años para la depuración de las aguas residuales.

Entre los filtros empleados en el tratamiento de aguas residuales se cuenta con: 1) lechos bacterianos convencionales y de alta carga, 2) filtros rápidos de medio granular, utilizados en la filtración de efluentes tratados y, 3) filtros lentos de medio granular.

Cada uno de estos filtros puede ser en presión o a gravedad.

Para este proyecto se emplea un filtro rápido a gravedad.

Esta unidad de tratamiento cuenta con los siguientes elementos básicos:

- Un tanque donde se confina el medio filtrante
- Un sistema de drenaje para evacuar el agua tratada
- El medio filtrante (arena)
- Un sistema para la alimentación y distribución sobre el medio filtrante del agua a tratar
- Un medio para soportar el material granular (grava)

El objetivo fundamental de la filtración es eliminar o separar los sólidos en suspensión, SS, de un agua, haciéndola pasar a través de un material poroso filtrante.

El proceso de filtrado, así como sus características técnicas (carrera de filtración, granulometría, lavado, eficiencia del proceso, producción de fangos, etc.) se detallarán en el anejo Tratamiento terciario, siendo este anejo destinado a su caracterización hidráulica: dimensionamiento y pérdidas de carga.

### 3.1. Dimensionamiento

Se dimensiona siguiendo los mismos parámetros con los que se dimensiona un filtro rápido a gravedad de una EDAR convencional, radicando las diferencias con el filtro de la ERAR en las características del lecho filtrante.

Tabla 1. Dimensionamiento del filtro rápido a gravedad.

Filtro rápido a gravedad			
	REFERENCIA	DISEÑO	CÁLCULO
* <i>Parámetros de diseño</i> *			
Caudal diseño=QDp,total (m3/d)			45668.45
a	0.004-0.051	0.051	



Velocidad filtración (m/h)	4 - 15	7	
Superficie filtrante necesaria (m²)			271.84
Número de filtros necesarios (N)	> 2		10.90
Número de filtros adoptado (N)	> 2		11.00
Área unitaria filtro (m²)	< 130		24.71
Tipo vertedero aguas lavado		lateral 2 labios	
<b>* Dimensionamiento *</b>			
Número de ud. filtración ADOPTADO:			11.00
Anchura unitaria, B (m)	< 1.80	1.5	
Largo unitario, L (m)	>2B		16.47
Largo adoptado, L (m)			17.00
Anchura adoptada, B (m)			1.50
Superficie unitaria filtro (m²)			25.50
Superficie total filtro (m²)			280.50
<b>* Valores de funcionamiento *</b>			
Carrera de filtración (h):	12 - 72	36	
Velocidad filtración normal (m/h):			6.78
Número de filtros en lavado (m/h):	>1	1	
Número crítico de filtros fuera de funcionamiento:	>2	2	
Velocidad filtración 1 lavando (m/h):	<7.5		7.06
Velocidad filtración 1 lav. + 1 fuera de servicio (m/h):	<15		7.36
<b>* Equipos mecánicos para lavado agua + aire *</b>			
Tiempo de lavado agua (min)	10 - 12	10	
Tiempo de lavado con aire (min):	1 - 5	1	
Velocidad agua de lavado (m/h):	12-30 (20)	20	
Velocidad aire de lavado (m/h):	40-80 (50)	50	
Caudal bomba de lavado a 9 mca (m³/h):			510
Caudal de aire (m³/h):			1275
Volumen de agua de lavado (m³):			85
Volumen de agua filtrada (m³):			6227.5
Pérdidas de agua (%):	<1.5		1.36

Serán necesarios 11 unidades de filtración con una superficie unitaria de 25,50 m², lo que hace un total de 280,50 m² necesarios en planta para la disposición del tratamiento de filtración.

Cada unidad de filtración tiene 1,50 metros de ancho por 17 metros de largo.

### 3.2 Pérdidas de carga

Se han desarrollado varias formulaciones para calcular o evaluar experimentalmente el coeficiente de permeabilidad.

Una ecuación típica para flujo laminar a través de material granular que ilustra las variables más importantes es la siguiente (Weber, 1979):

$$P = J \frac{\nu}{g} \frac{(1 - \varepsilon)^2}{\varepsilon} \left( \frac{\sigma_s}{d_p} \right)^2 V H$$

Donde:

$\nu$  = viscosidad cinemática del agua (m²/s)

$J$  = constante empírica, aproximadamente 6 para el flujo laminar

$\varepsilon$  = porosidad del medio filtrante

$g$  = aceleración de la gravedad (m/seg²)

$d_p$  = diámetro de la partícula (m)

$H$  = altura del lecho filtrante (m)

$V$  = velocidad de filtración (m/d)

$\sigma_s$  = factor de forma, una medida del grado de irregularidad de la partícula y  $\sigma_s = 6/\sigma$  en donde  $\sigma$  es la esfericidad. La esfericidad es la relación entre el área superficial de una esfera de igual volumen y el área superficial de la partícula.

El valor de  $\sigma_s$  para partículas esféricas es de 6 y 8.5 para materiales granulares machacados tales como el carbón de antracita.

No existe una medida directa del factor de forma. Se determina el producto de las constantes,  $J\sigma_s^2$ , como una característica global de un material filtrante.

Aplicando la ecuación anterior a un filtro típico de arena limpia con un tamaño efectivo de 0.5 mm y coeficiente de uniformidad de 1.75 se obtiene una pérdida de carga inferior a 0.3 m de columna de agua para un caudal aproximado de 7 m/h, (Weber, 1979).

### 4. TANQUE DE CLORACIÓN

Se denomina desinfección del agua al proceso que sirve para la destrucción o inactivación de los gérmenes patógenos.







Se pueden diferenciar tres tipos básicos de desinfección en función de las técnicas que se utilicen:

- Métodos físicos
- Radiación
- Métodos químicos

Convencionalmente, se usa forma de radiación en las EDAR y en forma química en las ETAP.

EDAR Bens cuenta con una unidad de desinfección en su línea de agua, de radiación ultravioleta (UV).

La acción desinfectante de la radiación ultravioleta con longitud de onda de cerca de 254 nm es muy elevada siempre que los microorganismos se expongan de forma efectiva a la radiación.

La radiación UV se genera mediante tubos de vapor de mercurio con una demanda energética bastante alta, de 10 a 20 W (m3/h).

Para este proyecto se emplearán métodos químicos, concretamente la cloración. Se empleará el cloro gas. Se suministra en forma líquida, en depósitos. Para su dosificación se diluye primero en agua y posteriormente se mezcla con la corriente principal.

Se suministra en botellas o bombonas de 50 a 100 kg, en contenedores, de 500 a 1000 kg, o a granel, mediante grandes cisternas, en camiones de 10 a 20 toneladas. Es un aspecto a detallar en el Anejo Tratamiento terciario.

Se basa en la adición de cloro, o uno de sus derivados, al efluente del filtro rápido a gravedad para que después de un tiempo de contacto se produzca la inactivación de la mayoría de los gérmenes, sobre todo de los considerados indicadores cuya concentración final debe ser nula como garantía de calidad que cumpla con las exigencias de calidad del RD 1620/2007.

Para el dimensionamiento del tanque de cloración, el parámetro fundamental es el tiempo de contacto, que se fija en un valor no inferior a media hora.

El tanque de cloración suele ser un canal laberíntico con deflectores que optimizan tanto la mezcla cloro-agua como el tiempo de contacto. Es conveniente que el flujo del agua a través del canal sea de tipo pistón, lo que puede conseguirse en canales con una ratio longitud:anchura (L:B) al menos de 4:1 (White 1999). También, conviene cubrir el tanque de desinfección para evitar la penetración de la luz a fin de evitar el efecto de la radiación UV que reacciona con el cloro libre para reducirlo a cloruro (Romero, 2005).

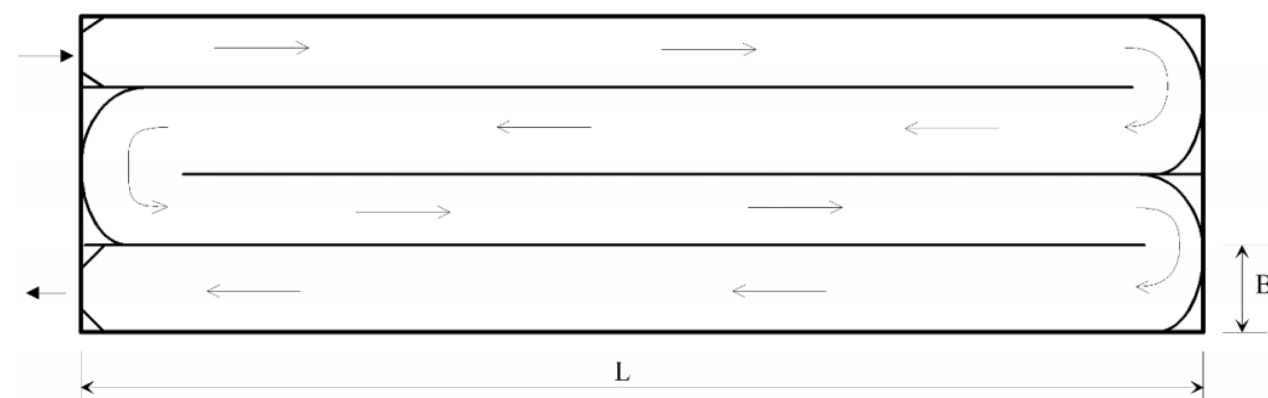


Figura 1. Tanque de contacto con deflectores longitudinales, con un flujo pistón del 95%. Ratio L/B = 18:1, moda de tiempo = 0.70 (Adaptada de White, 1999).

#### 4.1. Dimensionamiento

Tabla 2. Dimensionamiento del tanque de cloración.

##### Tanque de cloración

	REFERENCIA	DISEÑO	CÁLCULO
<b>* Parámetros de diseño *</b>			
Caudal diseño=QDp,total (m3/h)			1902.85
Tiempo de contacto (h):	>0,5	0.5	
Volumen necesario (m3):			951.43
<b>* Cálculos *</b>			
Número de líneas:		1	
Calado, H (m):	1	1	
Ratio H/B:	1	1	
Ratio L/B:	>= 18	20	
Anchura B (m):			1.00
Superficie unitaria necesaria (m2):			951.43
Longitud necesaria, L (m):			20.00
Número de canales interiores necesario por línea:			47.57
Número de canales interiores adoptado por línea:			48.00
<b>* Dimensionamiento *</b>			
Número de líneas:			1
Anchura de canal interior, B (m):			1.00
Anchura total unitaria de tanque (m):			48.00
Longitud tanque (m):			20.00
Longitud total recorrido por línea (m):			960.00
Calado (m):			6.00
Resguardo (m):		0.5	
Altura total (m):			1.50
Superficie unitaria tanque (m2):			960.00
Volumen unitario tanque (m3):			960.00
Superficie total de tanque (m2):			960.00
<b>* Valores de funcionamiento *</b>			
Número de líneas:			1
TRH (min):	> 30		30.3
Coeficiente de fricción de Manning, n:	0,013-0,016	0.016	



Radio hidráulico= 2B + H, (m):			3.0
Índice de dispersión, d:	<0,02-0,01		0.0010
Pendiente hidráulica, S (m/m):		0.0000008	
Velocidad estimada mediante Manning, (m/s):	0.018-0.12		0.12

Serán necesarios 960 m2 en planta para la disposición del tanque de cloración.

La longitud del taque son 20 metros, con una anchura interior de canales de 1m, contando este a su vez con 48 canales.

#### 4.2. Pérdidas de carga

Se utiliza la fórmula de Manning:

$$V = \frac{R_H^{2/3}}{n} \cdot \sqrt{S}$$

Donde:

V: Velocidad del agua en m/s.

R<sub>H</sub>: Radio hidráulico en m.

n: Coeficiente de rugosidad (en función del material del canal).

S: Pendiente o pérdida de carga en m/m.

A su vez el radio hidráulico viene dado por la expresión:

$$R_H = \frac{A}{P}$$

Donde:

A: Área mojada de la sección en m².

P: Perímetro mojado en m.

Los valores a adoptar del coeficiente de rugosidad (Manning, *n*) serán en función del material de la conducción y se recogen en la siguiente tabla

Tabla 3.- Coeficiente de rugosidad en función del material

	Líneas simples	Líneas con pozos
Plástico (PVC, poliéster, etc.)	0,012	0,014

Fibrocemento	0,012	0,014
Gres	0,012	0,014
Fundición (con recubrimiento de mortero)	0,015	0,017
Hormigón armado y pretensado	0,015	0,017
Hormigón vibro-centrifugado	0,016	0,018

Se asumen unas pérdidas de carga de  $2,17 \cdot 10^{-9}$  m/m en el tanque.

#### 5. MEMBRANA DE ULTRAFILTRACION

Se trata del último proceso del tratamiento terciario, que únicamente está dimensionado para el caudal de la Refinería Repsol.

Por tanto, queda fuera del alcance del proyecto y por tanto no se dimensionará.

Este tratamiento sólo será necesario para asegurar la calidad 3.2. Por esta unidad de tratamiento circularán únicamente la dotación del segundo depósito, 455, 21 l/s.

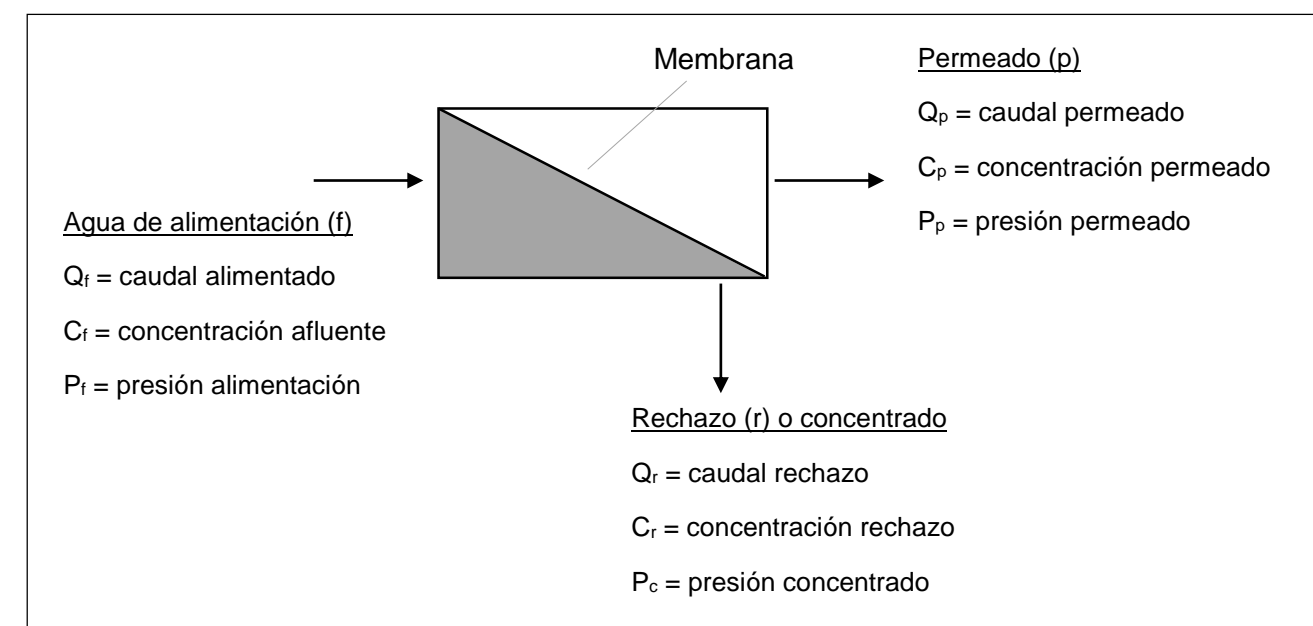


Figura 2. Esquema conceptual del funcionamiento de un sistema de membrana (adaptado de Metcalf & Eddy, 2007).

#### 6. GRUPOS DE BOMBEO

Para poder elevar el agua a la cota del depósito es necesario proyectar dos grupos de bombeo: el primero de la caseta del tratamiento terciario al depósito y el segundo, rebombeo desde el depósito a la cota del parque.

Para la selección de los grupos de bombeo se ha empleado el software de dimensionamiento de la bomba de GRUNDFOS, donde introduciendo los datos del punto de funcionamiento ( $Q_{\text{bombeo}}, H_{\text{bombeo}}$ ) el programa proporciona una serie de bombas que pueden funcionar para los parámetros de diseño establecidos.



Se ha escogido la opción más económica, según el programa.

### 6.1. Terciario – depósito principal

El dimensionamiento propone un grupo de 2 bombas funcionando en paralelo. Las características del grupo se muestran a continuación:

#### Técnico:

- Caudal (Q): 74 l/s
- Altura (H): 25 m
- Diseño de la bomba: *Endsuction long coupled single*
- Dispositivo de cierre: Junta tórica

#### Líquido bombeado:

- Agua
- Temperatura del líquido durante el funcionamiento: 20°C
- Viscosidad: 1 mm<sup>2</sup>/s
- Densidad: 998, 2 kg/m<sup>3</sup>

#### Características del grupo seleccionado:

#### NK 80-160/177 A2F2AE-SBQQE – 98972862

Bomba centrífuga de voluta, no autocebante y de una etapa, diseñada de acuerdo con la norma ISO 5199, con dimensiones y rendimiento nominal de acuerdo con la norma EN 733.

Las bridas son de PN 16 y sus dimensiones satisfacen los requisitos establecidos por la norma EN 1092-2.

La bomba posee un puerto de aspiración axial, un puerto de descarga radial y un eje horizontal. Su diseño incluye un sistema de extracción trasera que permite desmontar el acoplamiento, el soporte de los cojinetes y el impulsor sin que esto afecte al motor, la carcasa de la bomba o las tuberías. El cierre de fuelle de caucho no equilibrado satisface los requisitos establecidos por la norma DIN EN 12756.

La bomba está equipada con un motor asíncrono refrigerado por ventilador y montado sobre soportes.

La bomba y el motor se encuentran montados en una bancada común.

Tabla 4. Descripción de la bomba seleccionada.

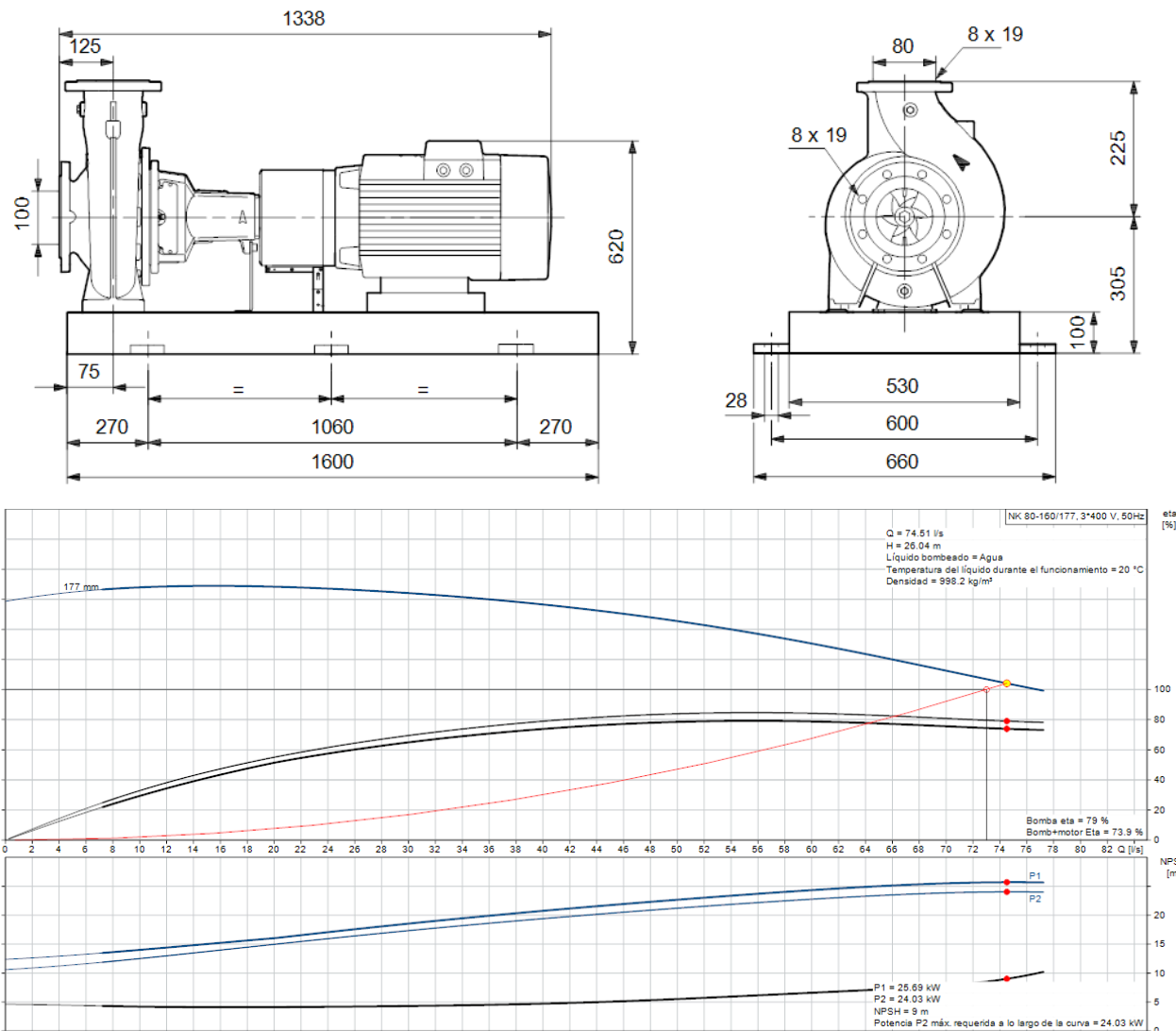
Técnico	
Velocidad de bomba en la que se basan los datos de bomba	2955 rpm
Caudal real calculado	74.51 l/s
Altura resultante de la bomba	26.04 m
Diámetro real del impulsor	250 mm
Impulsor nominal	180 mm
Cierre primario	BQQE
Cierre secundario	NONE
Tolerancia de curva	ISO99062012 3B
Potencia máxima P2 a lo largo de la curva	24.03 kW

Materiales	
Carcasa de la bomba	Hierro fundido
	EN-GJL-250
	ASTM A48-40 B
Impulsor	Fundición
	EN-GJL-200
	ASTM A48-30 B
Caucho	EPDM
Mat. anillo desgaste	Latón de alta aleación (CuZn34Mn3Al2)

Instalación	
Temperatura ambiente máxima	55 °C
Presión de trabajo máxima	16 bar
Normativa de brida	EN 1092-2
Entrada de bomba	DN 100
Salida de bomba	DN 80
Presión nominal	PN 16
Tipo de acoplamiento	Separador
Armazón base	EN / ISO

Datos eléctricos	
Tipo de motor	SIEMENS
Clase eficiencia IE	IE3
Potencia nominal - P2	30 kW
Frecuencia de red	50 Hz
Tensión nominal	3 x 380-420D/660-725Y V
Intensidad nominal	56,0-51,0/32,0-29,5 A
Intensidad de arranque	660-660 %
Cos phi - factor de potencia	0.86
Velocidad nominal	2955 rpm
Eficiencia	IE3 93,3%
Eficiencia del motor a carga total	93.3-93.3 %
Eficiencia del motor a una carga de 3/4	93.6-93.6 %
Eficiencia del motor a una carga de 1/2	93.4-93.4 %
Número de polos	2
Grado de protección (IEC 34-5)	IP55
Clase de aislamiento (IEC 85)	F
Motor N.º	98943360
Tipo de lubricante	Grease





Figuras 3, 4 y 5. Fotografía de la bomba seleccionada, dimensiones, y curvas características.

## 6.2. Depósito principal – entrada del parque

El dimensionamiento propone un grupo de 2 bombas funcionando en paralelo. Las características del grupo se muestran a continuación:

### Técnico:

- Caudal (Q): 18 l/s
- Altura (H): 100 m
- Diseño de la bomba: *Endsuction long coupled single*
- Dispositivo de cierre: Junta tórica

### Líquido bombeado:

- Agua
- Temperatura del líquido durante el funcionamiento: 20°C
- Viscosidad: 1 mm<sup>2</sup>/s
- Densidad: 998, 2 kg/m<sup>2</sup>

### Características del grupo seleccionado:

#### NK 50-315/285 A2F2AE-SBQQE – 98972788

Bomba centrífuga de voluta, no autocebante y de una etapa, diseñada de acuerdo con la norma ISO 5199, con dimensiones y rendimiento nominal de acuerdo con la norma EN 733.

Las bridas son de PN 16 y sus dimensiones satisfacen los requisitos establecidos por la norma EN 1092-2.

La bomba posee un puerto de aspiración axial, un puerto de descarga radial y un eje horizontal. Su diseño incluye un sistema de extracción trasera que permite desmontar el acoplamiento, el soporte de los cojinetes y el impulsor sin que esto afecte al motor, la carcasa de la bomba o las tuberías. El cierre de fuelle de caucho no equilibrado satisface los requisitos establecidos por la norma DIN EN 12756.

La bomba está equipada con un motor asíncrono refrigerado por ventilador y montado sobre soportes.

La bomba y el motor se encuentran montados en una bancada común.

Tabla 5. Descripción de la bomba seleccionada.

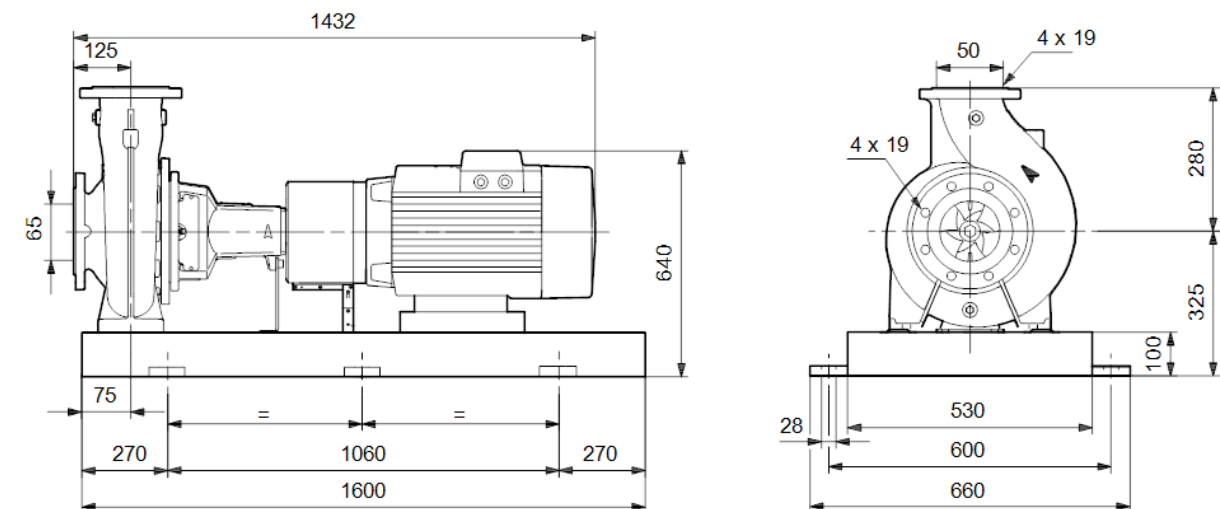
Técnico	
Velocidad de bomba en la que se basan los datos de bomba	2955 rpm
Caudal real calculado	17.88 l/s
Altura resultante de la bomba	106 m
Diámetro real del impulsor	265 mm
Impulsor nominal	300 mm
Cierre primario	BQQE
Cierre secundario	NONE
Tolerancia de curva	ISO9906:2012 3B
Potencia máxima P2 a lo largo de la curva	36.09 kW

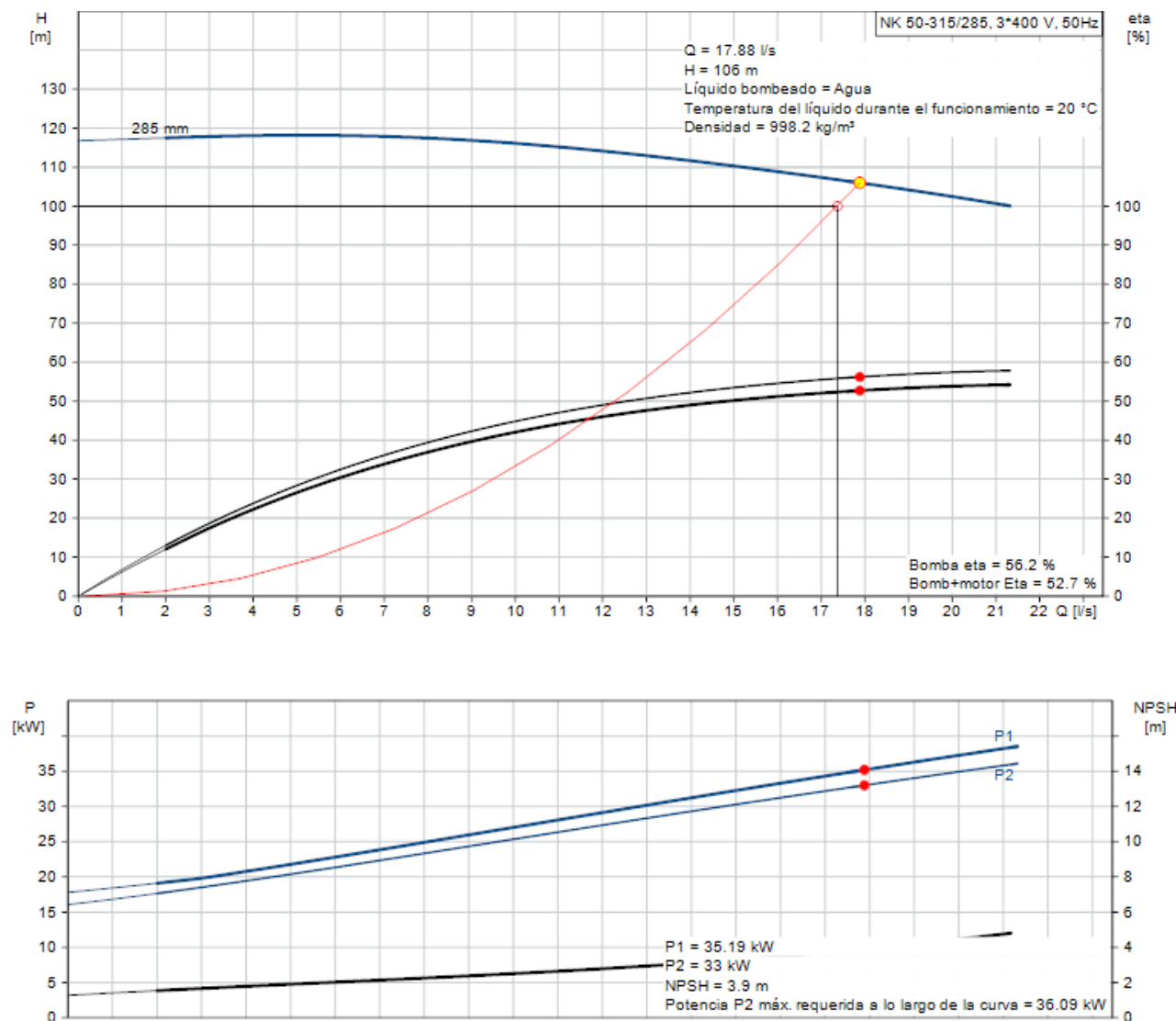


Materiales	
Carcasa de la bomba	Hierro fundido
	EN-GJL-250
	ASTM A48-40 B
Impulsor	Fundición
	EN-GJL-200
	ASTM A48-30 B
Caucho	EPDM
Mat. anillo desgaste	Latón de alta aleación (CuZn34Mn3Al2)

Instalación	
Temperatura ambiente máxima	55 °C
Presión de trabajo máxima	16 bar
Normativa de brida	EN 1092-2
Entrada de bomba	DN 100
Salida de bomba	DN 80
Presión nominal	PN 16
Tipo de acoplamiento	Separador
Armazón base	EN / ISO

Datos eléctricos	
Tipo de motor	SIEMENS
Clase eficiencia IE	IE3
Potencia nominal - P2	37 kW
Frecuencia de red	50 Hz
Tensión nominal	3 x 380-420D/660-725Y V
Intensidad nominal	68,0-63,0/39,0-36,0 A
Intensidad de arranque	670-670 %
Cos phi - factor de potencia	0.87
Velocidad nominal	2955 rpm
Eficiencia	IE3 93,7%
Eficiencia del motor a carga total	93.7-93.7 %
Eficiencia del motor a una carga de 3/4	93.9-93.9 %
Eficiencia del motor a una carga de 1/2	93.5-93.5 %
Número de polos	2
Grado de protección (IEC 34-5)	IP55
Clase de aislamiento (IEC 85)	F
Motor N.º	98943371
Tipo de lubricante	Grease





Figuras 6, 7, 8 y 9. Fotografía de la bomba, dimensiones y curvas características.

## 7. DEPÓSITO PRINCIPAL

El objetivo de este apartado es el dimensionamiento de uno de los dos depósitos de regulación proyectados para regular el caudal que los nuevos usos de agua regenerada que se plantean en el entorno de la ciudad de A Coruña.

Por acotar la extensión del trabajo, se limitará al dimensionamiento del depósito principal.

Los depósitos de regulación de nueva construcción tienen una capacidad de 8750 m<sup>3</sup> (sobredimensionando el depósito principal con el objetivo de construir dos depósitos iguales). Debido a la elevada capacidad de almacenamiento del depósito se ha optado por un depósito de hormigón estructural armado construido totalmente "in situ".

Para definir tipología, detalles constructivos, elementos de entrada y elementos de salida se sigue la metodología descrita en la ITOHG-ABA-1/5.

- Según su posición respecto al terreno:

- Depósito enterrado
- Depósito semienterrado
- Depósito superficial
- Depósito elevado

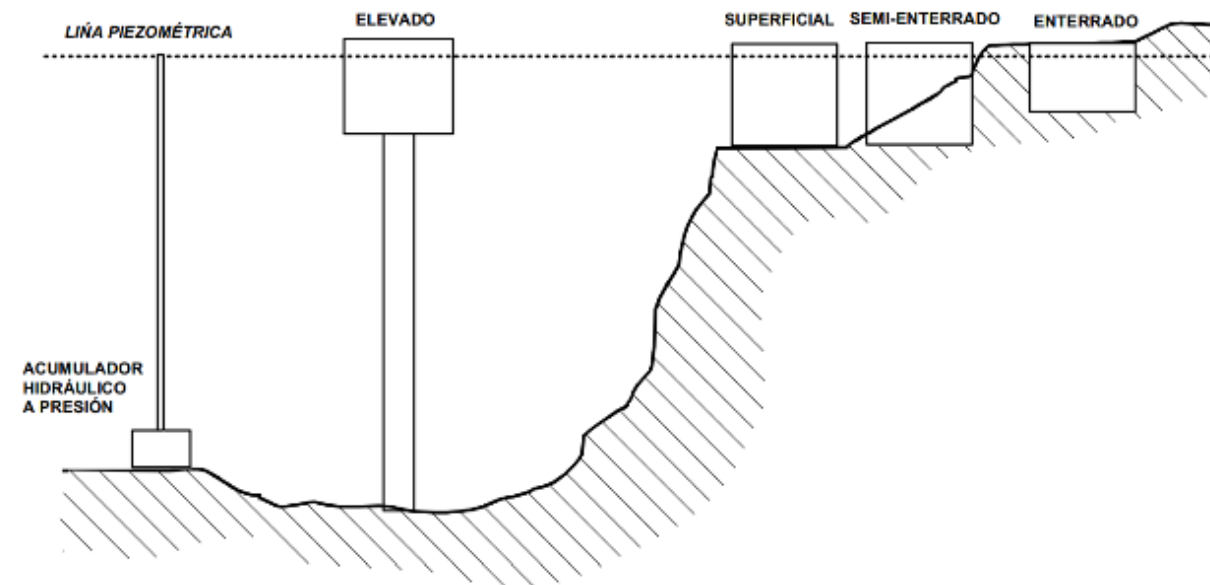


Figura 10. Tipología de los depósitos. ITOHG-ABA-1/5

El depósito enterrado tiene la ventaja de que genera un menor impacto visual, conservan el agua a temperatura constante y están más protegidos contra accidentes. Sin embargo, tiene los inconvenientes de dificultar la salida de las tuberías, que ha de hacerse a gran profundidad y obliga a desagües generalmente largos y costosos.

El depósito superficial resiste peor la influencia de la temperatura ambiente, pero son más fáciles de vigilar y conservar; permiten una salida de desagües fácil y barata.

La elección de un depósito elevado ha sido descartada por la alta capacidad de almacenamiento requerida, ya que encarecería la obra por motivos estructurales.

En emplazamiento elegido deja a los depósitos expuestos a la acción del viento, la cual puede ser muy importante para las dimensiones esperadas del depósito, debido a su capacidad.

El ambiente donde se proyecta la construcción, así como el entorno natural que los rodea, hacen que dos de los parámetros de más peso para la decisión de construcción sean el impacto visual y la protección del hormigón y la corrosión de las armaduras frente a los agentes del ambiente marino (corrosión por cloruros).

Por estos motivos, se ha optado por la elección de un **depósito enterrado**.

- Según su geometría:

Se busca que la geometría del depósito sea lo más simple posible para abaratar las obras. Por ese motivo, se plantean las siguientes tipologías:







- Depósito de planta rectangular (o cuadrada)
- Depósito cilíndrico

Los depósitos cilíndricos optimizan el volumen almacenado, además de permitir una adecuada distribución de esfuerzos con una ejecución relativamente simple. Como desventaja la geometría cilíndrica es poco compatible con la compartimentación interior, por lo que si se precisasen de más cámaras, sería más adecuado hacer un nuevo depósito independiente.

Por otro lado, en los depósitos circulares no se pueden disponer de juntas de dilatación, ya que en estas zonas la armadura se interrumpe y no se pueden transmitir las tracciones, por lo que sería necesario tener en cuenta las cargas térmicas y posiblemente la necesidad de usar pretensado para poder ejecutarlo.

Respecto a los depósitos rectangulares, tienen la ventaja de que el proceso de construcción es más sencillo y más fácil hacer una posible ampliación en el futuro, ya que bastaría con construir una nueva cámara adyacente al depósito. La complejidad de los encofrados para las paredes del depósito es menor y el proceso constructivo es mucho más sencillo que para depósitos cilíndricos, al igual sucede con la tipología de las cimentaciones.

La opción de tener dos cámaras resulta muy ventajosa en lo que respecta las labores de mantenimiento para este caso ya que, se pueden satisfacer las demandas actuales con una sola cámara, permitiendo dejar libre la que se sea necesario revisar o reparar sin necesidad de cortar el suministro temporalmente o en vista de ampliaciones de capacidad futuras.

Por todo esto se ha decidido escoger la opción de un depósitos prismáticos de planta rectangular para la elaboración del presente proyecto.

#### - Tubos de entrada:

La tubería de entrada se situará preferentemente en la parte superior del depósito, vertiendo sobre la lámina de agua sin contacto físico con esta. Esto independiza la aducción del depósito, y evita el vaciamiento del depósito por la tubería de aducción sin necesidad de válvulas de retención.

Se ubicará asimismo una válvula de control de llenado del depósito, que estará controlada por algún mecanismo que indique el nivel del mismo. Este mecanismo puede ser electrónico, pero en todo caso debe haber un sistema automático y mecánico (una boya), que cierre la admisión en el caso de llenado total.

Para finalizar, se considerará la posibilidad de instalar entre las válvulas de seccionamiento un dispositivo antiariete, si el mecanismo de regulación de llenado no es lento.

Aguas arriba del mencionado paquete de válvulas se dispondrá una "T", con un by-pass para evitar la entrada hacia el depósito y facilitar la distribución directa a la red secundaria.

#### - Tubos de salida:

La tubería de salida se situará en la parte baja del depósito, a no menos de 20-30 cm de la solera, para evitar la captación de posibles depósitos de fondo.

En la tubería de salida se incorporarán válvulas de seccionamiento, entre las que se dispondrá una válvula de retención para evitar el flujo inverso. Inmediatamente aguas abajo de este bloque se situará una ventosa, para purgar el posible aire captado en el depósito, y la conexión del by-pass.

La existencia de varios vasos obligará en general a duplicar estas conducciones y elementos, que se situarán en la cámara de llaves.

#### 7.1 Conducción de desagüe del depósito

Se ha diseñado la conducción de desagüe para que se produzca el vaciado de un vaso en 8 h.

Tabla 6 y 7. Cálculo de tiempo de vaciado y conducciones de desagüe.

Tiempo de vaciado del depósito	8 h
Volumen del vaso	8750 m <sup>3</sup>
Q	1093.75 m <sup>3</sup> /h 303.82 l/s

D (mm)	Q (m <sup>3</sup> /h)	A (m <sup>2</sup> )	v(m/s)	Validez	Motivo incumplimiento
350	1093.75	0.096	3.158	No cumple	Límite superior
400	1093.75	0.126	2.418	No cumple	Límite superior
450	1093.75	0.159	1.910	No cumple	Límite superior
500	1093.75	0.196	1.547	Cumple	---
600	1093.75	0.283	1.075	Cumple	---
800	1093.75	0.503	0.604	Cumple	---
1000	1093.75	0.785	0.387	No cumple	Límite inferior

Se diseña un desagüe con una conducción de 500 mm siguiendo las restricciones de velocidad en las conducciones de la ITOHG-ABA-1/2: velocidad máxima 1,53 m/s y velocidad mínima 0,5 m/s.

Se dispondrán desagües en todos los puntos bajos de la conducción para el vaciado de los distintos tramos, y para eliminar los posibles sedimentos de arenas y elementos finos arrastrados por las aguas conducidas.

Los desagües consisten básicamente en derivaciones situadas en la parte inferior del elemento a desaguar, controladas mediante una válvula de seccionamiento y un tramo de tubería hasta llegar a la red de alcantarillado o punto de desagüe apropiado.

Según las "Instrucciones Técnicas para Redes de Abastecimiento" de EMAFESA, se establece una relación entre el diámetro de la tubería a desaguar y el de la tubería de desagüe:

Tabla 8. Relación tubería-desagüe. (Instrucciones Técnicas para Redes de Abastecimiento de EMAFESA)

DN Tubería (mm)	<300	400 a 500	600 a 800	1.000	1.200 a 1.600	> 1.600
DN Desagüe (mm)	80	100	150	200	300	400

#### 7.2. Ventosas

Para la evacuación del aire que queda en el interior de las conducciones se dispondrán de ventosas en los puntos altos de la conducción.

Según las "Instrucciones Técnicas para Redes de Abastecimiento" de EMAFESA, en función del tamaño de la conducción se puede fijar el DN de las ventosas de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 9. Relación tubería-ventosa. (Instrucciones Técnicas para Redes de Abastecimiento de EMAFESA)





DN Tubería (mm)	<300	300 a 600	600 a 900	900 a 1.200	> 1.200
DN Ventosa (mm)	50 a 65	80 a 100	150	200	2 x 200

Para las dimensiones de la tubería del presente proyecto, el DN de las ventosas será de 80 mm. Las ventosas se ubicarán en todos los puntos altos de la conducción.

Las ventosas se accionarán mediante válvulas de seccionamiento tipo compuerta.

## 8. RED DE CONDUCCIONES

En el presente proyecto se desarrollará la distribución completa de la red desde el depósito principal (demandas de riego, baldeo y polígonos industriales) hasta el parque del monte de San Pedro o Parque de Bens.

Esta conducción llevará el agua desde el depósito hasta un punto de conexión con la red de riego actual.

El emplazamiento elegido del depósito no da opción a plantear distintas alternativas en lo que se refiere al trazado de la conducción de distribución, ya que únicamente se dispone de un vial que pueda llevar el agua hasta la zona de conexión con la red de distribución.

El resto de opciones implicaría deforestaciones y expropiaciones que se consideran innecesarias. Por ello se ha elegido la siguiente alternativa de trazado:

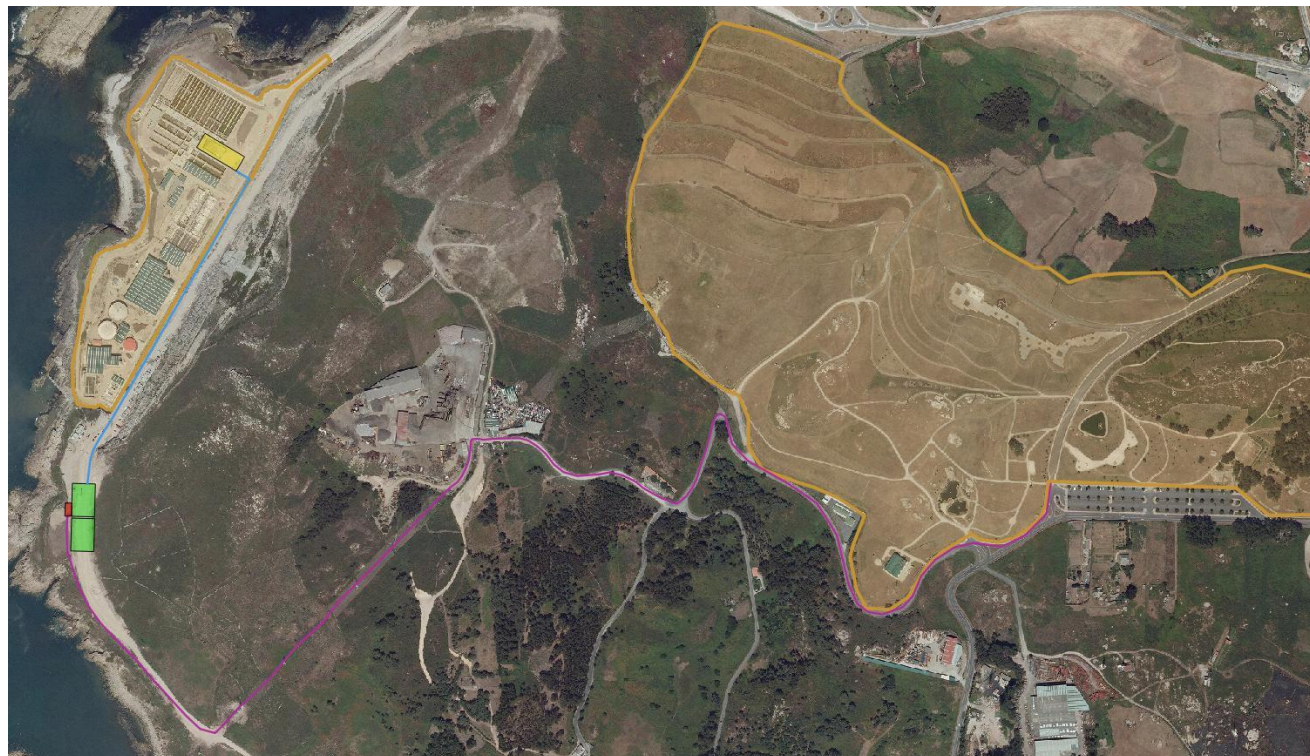


Figura 11. Planta general de trazado. En amarillo, la planta de tratamiento terciario en las instalaciones de E.D.A.R. Bens. En verde, los depósitos con su caseta de bombeo y cámara de llaves en rojo. La conducción de distribución y el sistema en alta se representan en malva y azul, respectivamente.

La totalidad de la conducción proyectada tiene cuatro tramos claramente diferenciados:

Tabla 10. Tramos de conducciones.

nº	CAUDAL (l/s)	NUDO INICIO	NUDO FINAL	TIPO
1	528	Efluente EDAR Bens	Filtración-Cloración	Lámina libre
2	455	Cloración	Microfiltración	Flujo en presión
3	455	Microfiltración	Depósito secundario	Flujo en presión
4	74	Cloración	Depósito principal	Flujo en presión
5	18	Depósito principal	Parque de Bens	Flujo en presión

Se estudiarán las condiciones de presión y velocidad en todas las conducciones en presión, salvo la nº3, que está fuera del alcance del proyecto.

Siguiendo la misma metodología desarrollada en el apartado 6, *Cálculo del bombeo. Elección de diámetros de conducción*, del Anejo nº4 Análisis de alternativas, calcularemos las conducciones en base a los criterios recogidos en la ITOHG-ABA-1/3.

### 8.1. Parámetros de diseño

#### - Presiones:

Con carácter general los diámetros de las tuberías se deben de diseñar de tal manera que se consigan mantener las presiones que se alcancen en la red en unos límites adecuados.

Como referencia, se empleará una presión mínima recomendada de 0,25 MPa (ITOHG-ABA-1/2) y una presión mínima obligatoria de 0,1 MPa (CTE-DBHS) para la acometida del Parque.

#### - Diámetros:

El diámetro de las tuberías se determina en función de del caudal y de la velocidad de circulación del agua.

El diámetro escogido para las tuberías es el menor diámetro que garantice la correcta demanda a los distintos nudos de demanda sin generar valores de velocidad superiores a los permitidos ni presiones fuera de los límites de referencia establecidos.

#### - Velocidades:

La determinación de la velocidad de circulación del agua es esencial en el diseño de la red de abastecimiento, ya que, para un caudal establecido, depende de la velocidad la elección de la tubería.

Por razones funcionales, la velocidad de circulación del agua debe de quedar comprendida entre un valor máximo y un valor mínimo.

Si la velocidad fuese excesivamente alta, se producirían elevadas pérdidas de carga y las sobrepresiones derivadas de los posibles golpes de ariete pueden resultar de importancia, provocando roturas en las conducciones. Además, evitar la erosión de los materiales de la tubería o del revestimiento constituye otra de las razones que justifican la limitación de la velocidad máxima de circulación del agua.





Por otro lado, cuando la velocidad de circulación del agua es excesivamente baja, se facilita la formación de depósitos de materiales en suspensión que pueden provocar obstrucciones e incrustaciones en las paredes, reduciendo la sección útil del paso.

Con carácter general, se establecerá una velocidad mínima de 0,5m/s, que debe en algún momento del día.

Respecto a las velocidades máximas, las ITOHG definen los siguientes límites en función del diámetro de la tubería, que no deben de ser superados en distribuciones por gravedad. En el caso de impulsiones se puede considerar un incremento de un 20%.

Tabla 11. Restricciones de velocidad según el diámetro de conducción. (ITOHG-ABA-1/2)

ID (mm)	GRAVEDAD	IMPULSIONES
	V (m/s)	V (m/s)
100	0.8	0.96
150	0.94	1,128
200	1.06	1.27
250	1.16	1.39
300	1.24	1.48
350	1.32	1.58
400	1.4	1.68
450	1.46	1.75
500	1.53	1.86
600	1.64	1.93
800	1.84	2.2
1000	2.01	2.41
1200	2.17	2.6
1400	2.3	2.76
1600	2.43	2.91

- Rugosidad de las tuberías:

La ITOHG-ABA-1/3 "CÁLCULO DE CONDUCCIONES" recomiendan los siguientes coeficientes de rugosidad para tuberías, en función del material del que estén hechas y de su estado.

Tabla 12. Coeficientes de rugosidad según el material.

MATERIAL	TUBERÍAS NUEVAS	TUBERÍAS ENVEJECIDAS
Plástico liso	$0,01 \cdot 10^{-3}$	$0,02 \cdot 10^{-3}$
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	$0,02 \cdot 10^{-3}$	$0,04 \cdot 10^{-3}$
Acero	$0,1 \cdot 10^{-3}$	$0,03 \cdot 10^{-3}$
Fundición	$0,25 \cdot 10^{-3}$	$10^{-3}$
Hormigón	$10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$

El diseño de la red debe de hacerse para toda la vida útil de la estructura. Por ello, con el objetivo de sobredimensionar la red en concepto de seguridad, se considerará que todas las tuberías están en estado envejecido. ( $k=0.001$  m).

- Pérdidas locales:

Los coeficientes de pérdidas locales se establecerán de acuerdo con los coeficientes de pérdidas recogidos en la ITOHG-ABA-1/3 *Cálculo de conducciones*.

Tabla 13. Coeficiente de pérdidas locales según los accesorios dispuestos. (Adaptado de ITOHG-ABA-1/3)

COEFICIENTES DE PÉRDIDAS LOCALES	
Accesorio	Coeficiente de pérdidas (m)
Válvula de asiento tipo globo, totalmente abierta	$10 \cdot 10^{-3}$
Válvula de mariposa, totalmente abierta	$0,4 \cdot 10^{-3}$
Válvula de compuerta, totalmente abierta	$0,2 \cdot 10^{-3}$
Válvula de retención de clapeta	$2,5 \cdot 10^{-3}$
Codo de radio pequeño	$0,9 \cdot 10^{-3}$
Codo de radio mediano	$0,8 \cdot 10^{-3}$
Codo de radio grande	$0,6 \cdot 10^{-3}$
Codo a 45°	$0,4 \cdot 10^{-3}$
Codo de retorno (180°)	$2,2 \cdot 10^{-3}$
'T' estándar (flujo recto)	$0,6 \cdot 10^{-3}$
'T' estándar (flujo desviado)	$1,8 \cdot 10^{-3}$
Entrada brusca a depósito	$0,5 \cdot 10^{-3}$
Salida brusca de depósito	$1 \cdot 10^{-3}$

8.2. Ecuaciones de cálculo

La ecuación que rige la pérdida de carga entre dos secciones de la tubería es la de Bernoulli:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2 \cdot g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2 \cdot g} + \Delta H_{1-2}$$

Donde:

Z: cota del eje de la conducción

P: presión en el eje de la conducción (P)

$\gamma$ : peso específico del agua (9.800 N/m<sup>3</sup>)

v: velocidad media en la conducción (m/s)

g: aceleración de la gravedad (9,8 m/s<sup>2</sup>)

$\Delta H_{1-2}$ : pérdida de carga en el tránsito entre las secciones 1 y 2

Las pérdidas de carga tienen dos componentes: locales y continuas.





Las continuas se calculan como el producto de la longitud de la conducción por la pendiente motriz o energía “I”.

La pendiente motriz se calcula mediante la expresión de Darcy-Weisbach:

$$I = f \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot ID}$$

En donde:

I: Pendiente motriz o de energía (en m/m)

f: Coeficiente de fricción de Darcy-Weisbach (adimensional)

v: Velocidad media en la sección (m/s)

g: Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

ID: Diámetro interior de la conducción (m)

Para la obtención de coeficiente de fricción “f”, se ha empleado la ecuación de Swamme y Jain

$$f = \frac{0,25}{\left[ \log_{10} \left( \frac{K}{3,71 \cdot D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$$

Donde:

f: Coeficiente de fricción de Darcy-Weisbach (adimensional)

D: Diámetro interior de la conducción (m)

K: Rugosidad absoluta de la conducción (m)

Re: Número de Reynolds (adimensional)

### 8.3. Cálculo de los diámetros

Puesto que todo el caudal será bombeado en la conducción 5, se necesita reducir al mínimo posible las horas de bombeo y hacerlo de noche, cuando el precio de la electricidad es menor.

Sin embargo, cuanto menor sean las horas de funcionamiento de la bomba, mayor va a ser el caudal bombeado por hora, y por tanto mayor será la velocidad del agua que circula por las tuberías.

El resto de conducciones tienen un funcionamiento continuado durante 24 horas, homologa a la planta de Bens que proporciona un afluente a las unidades de tratamiento terciario las 24 horas del día.

#### 8.3.1. Restricciones de velocidad nº2

Tabla 14. Cálculo de velocidades en la conducción 2.

(ITOHG-ABA-1/1)	D (mm) 450		D (mm) 500		D (mm) 600		D (mm) 800	
	vmax (m/s)	A (m2)	vmax (m/s)	A (m2)	vmax (m/s)	A (m2)	vmax (m/s)	A (m2)
Nº horas	Caudal (Q) (L/s)	Caudal (Q) (m3/h)	v	v	v	v	v	v
24	455.00	1638.00	2.861 No cumple	2.317 No cumple	1.609 Cumple	0.905 Cumple		

Se han remarcado en naranja los valores que cumplen los límites establecidos.

Se observa que a partir de un diámetro de 600 mm se cumplen las restricciones de velocidad máxima impuestas en la ITOHG. Por tanto, para asegurar que no se alcanzan las velocidades menores que provocarían sedimentación y siguiendo un criterio económico, se escoge un **diámetro de 600 mm** para esta conducción.

#### 8.3.2. Restricciones de velocidad nº4

Tabla 15. Cálculo de velocidades en la conducción 4.

(ITOHG-ABA-1/1)	D (mm) 150		D (mm) 200		D (mm) 250		D (mm) 300	
	vmax (m/s)	A (m2)	vmax (m/s)	A (m2)	vmax (m/s)	A (m2)	vmax (m/s)	A (m2)
Nº horas	Caudal (Q) (L/s)	Caudal (Q) (m3/h)	v	v	v	v	v	v
24	74.00	266.40	4.188 No cumple	2.355 No cumple	1.508 No cumple	1.047 Cumple		

Se han remarcado en naranja los valores que cumplen los límites establecidos.

Por los mismos motivos expuestos en el apartado anterior, se escoge la **conducción de 300 mm**.

#### 8.3.3. Restricciones de velocidad nº5

Tabla 16. Cálculo de velocidades en la conducción 5.

(ITOHG-ABA-1/1)	D (mm) 100		D (mm) 150		D (mm) 200		D (mm) 250	
	vmax (m/s)	A (m2)	vmax (m/s)	A (m2)	vmax (m/s)	A (m2)	vmax (m/s)	A (m2)
Nº horas	Q bombeo (L/s)	Q bombeo (m3/h)	v	v	v	v	v	v
8	54.00	194.40	6.875 No cumple	3.056 No cumple	1.719 No cumple	1.100 Cumple		
9	48.00	172.80	6.112 No cumple	2.716 No cumple	1.528 No cumple	0.978 Cumple		
10	43.20	155.52	5.500 No cumple	2.445 No cumple	1.375 No cumple	0.880 Cumple		
11	39.27	141.38	5.000 No cumple	2.222 No cumple	1.250 No cumple	0.800 Cumple		
12	36.00	129.60	4.584 No cumple	2.037 No cumple	1.146 No cumple	0.733 Cumple		
24	18.00	64.80	2.292 No cumple	1.019 No cumple	0.573 Cumple	0.367 Cumple		

Se ha remarcado en naranja los valores que cumplen los límites establecidos.

A partir de estos resultados se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- Unas tuberías de 100 o 150 mm de diámetro generarían velocidades de circulación del agua mayores a la establecida, que acabarían deteriorando la conducción. Se superan los límites para todos los casos, por lo que la opción de utilizar unas tuberías de 100 o 150 mm queda descartada.
- Con una tubería de 200 mm únicamente se podría bombear el agua de forma continua durante las 24 h del día



- La opción de tuberías de 250 mm permite realizar un bombeo menor de 12 h, aprovechando la tarifa nocturna.
- La opción de utilizar una conducción de 350 mm y bombear el caudal necesario durante 24 h queda descartada por proximidad al límite inferior de velocidad de circulación del agua (0,5 m/s).
- Diámetros mayores a 250 mm supondrían un aumento innecesario de costes.

Por tanto, se proyecta una tubería de **250 mm de diámetro**, con un bombeo de 8 horas.

## 9. GOLPE DE ARIETE

Se entiende por golpe de ariete las variaciones de presión que se generan dentro de una tubería debido a los fenómenos transitorios derivados de cambios de régimen de circulación, tales como cierre o apertura de válvulas, paradas o arranque de bombas, etc.

El golpe de ariete genera tanto problemas de sobrepresiones como de descompresiones, ya que la sobrepresión dinámica actúa de modo alternativo como sobrepresiones y subpresiones.

Los criterios empleados para el cálculo del golpe de ariete son los siguientes:

- No deben de generar presiones negativas en la conducción.
- Se debe de garantizar que la máxima presión de diseño (MDP) sea menor que la máxima presión admisible (PMA). Esta comprobación se realiza en el anejo Cálculos mecánicos.

Se calculará Para el segundo grupo de bombeo, que eleva el agua hasta la cota del parque, ya que se estima que ahí se producirán las situaciones más desfavorables para el golpe de ariete.

### 9.1. Tiempo de paro de la bomba

El valor del tiempo de parada influye en el golpe de ariete de manera que menor tiempo mayor golpe.

Cuando el tiempo de parada es menor que el tiempo de propagación de la onda ( $t_p < t_0$ ), se considera que el cierre es rápido y el golpe de ariete es igual al pulso de Alievi. Por el contrario, cuando el tiempo de parada de la bomba es mayor que el tiempo de propagación de la onda ( $t_p > t_0$ ), el cierre es rápido y el golpe de ariete se calcula con la fórmula de Michaud.

Este tiempo de parada ( $T_p$ ) se puede calcular mediante la siguiente fórmula empírica:

$$T_p = C + \frac{K \cdot L \cdot V}{g \cdot H}$$

Donde:

$T_p$ : tiempo de paro de la bomba (s)

$L$ : longitud de la conducción (m)

$v$ : velocidad de circulación del agua (m/s)

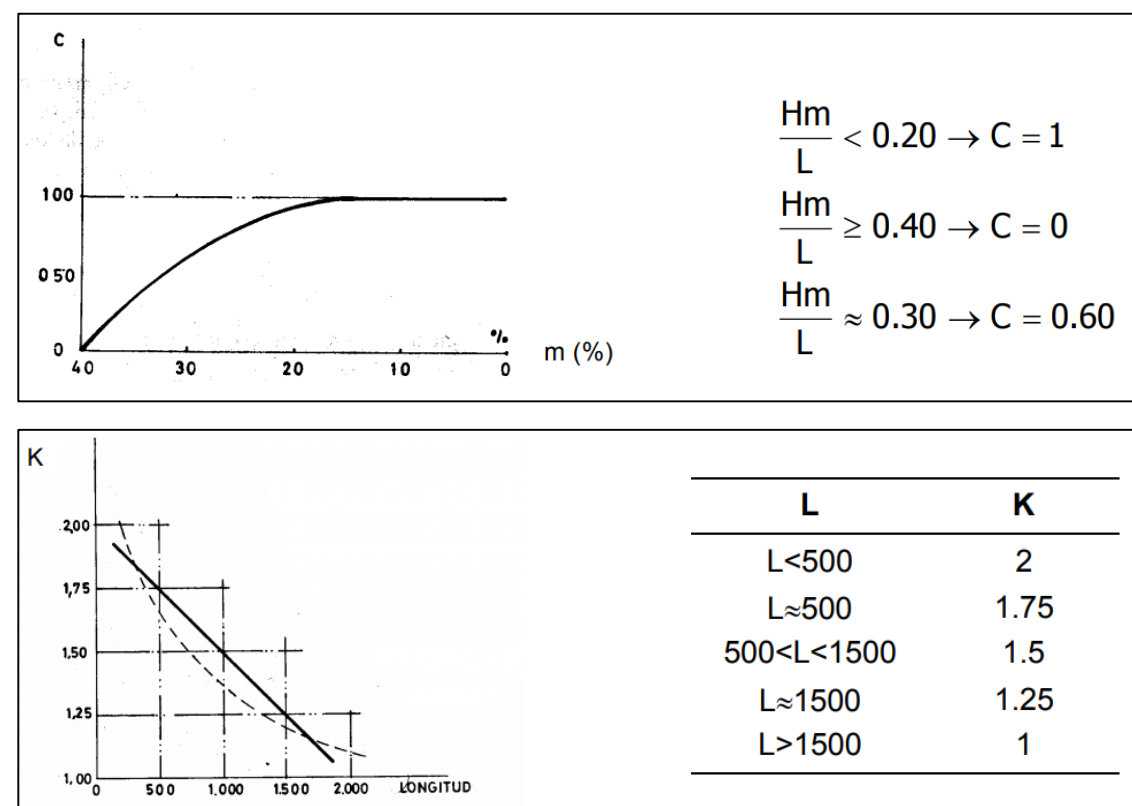
$g$ : gravedad (m/s<sup>2</sup>)

$C$ : Coeficiente que suple el efecto de otras energías en el cálculo (como la descompresión del agua) y que influye en las instalaciones de pendientes bajas

$K$ : Coeficiente que representa la inercia del equipo de bombeo en el instante de corte de energía

$H_m$ : altura manométrica de bombeo (m)

Los valores de  $C$  y  $K$  se pueden obtener a partir de las siguientes gráficas.



Figuras 12 y 13. Valores de  $C$  y  $K$ . (Mendiluce)

Por otra parte, el tiempo de propagación de la onda se calcula con la siguiente expresión:

$$t_0 = 2 \cdot \frac{L}{c}$$

Donde:

$L$ : longitud de la conducción (m)

$c$ : celeridad de onda de presión (m/s), calculada como:

$$c = \frac{\sqrt{\frac{K}{\rho}}}{\sqrt{1 + \frac{K \cdot ID}{e \cdot E}}}$$

Donde:

$k$ : Módulo de elasticidad volumétrica del agua (Pa),  $k = 6 \cdot 2.100 \cdot 10 \cdot \text{Pa}$





ID: Diámetro interior de la conducción (m)

e: Espesor de la conducción (m). e=7 mm (Anejo Cálculo mecánicos)

E: Módulo de elasticidad del material (Pa). Para tuberías de fundición E = 190 · 10<sup>9</sup> Pa

ρ: Densidad del agua (1.000 kg/m<sup>3</sup>)

v	0,8 m/s	k	1
E	1,90E+11 Pa	v	1,1 m/s
g	9,81 m/s <sup>2</sup>	Hm	106 m
e	7 mm	Tp	2,52 s
		t <sub>p</sub> > t <sub>0</sub>	Cierre lento
c	1.420,9071 m/s	Δp	±128,087 m.c.a.

## 9.2. Fórmulas para el cálculo del golpe de ariete

Para maniobras rápidas, la sobrepresión se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\Delta p = \rho \cdot c \cdot v$$

Donde:

Δp: sobrepresión dinámica (Pa)

ρ: Densidad del agua (1.000 kg/m<sup>3</sup>)

c: celeridad de onda de presión (m/s)

v: velocidad de circulación del agua (m/s)

Para maniobras lentas, la sobrepresión se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\Delta p = \frac{2 \cdot L \cdot v}{g \cdot T_c}$$

Donde:

Δp: sobrepresión dinámica (Pa)

L: longitud de la conducción (m)

g: aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

v: velocidad de circulación del agua (m/s)

T<sub>c</sub>: tiempo de cierre (s)

## 9.3. Resultados

Tabla 17. Cálculo del golpe de ariete.

DN	250 mm	TIEMPO DE PROPAGACIÓN DE LA ONDA	
L	1.443 m	T	2,03 s
ρ	1.000 kg/m <sup>3</sup>	TIEMPO DE PARO DE LA BOMBA	
Y	9.800 N/m <sup>3</sup>		
k	2,10E+09 Pd	C	1

## 9.4 Diseño del calderín

El estudio del calderín resulta muy complejo. En proyectos de abastecimiento reales se realiza por empresas especializadas, que disponen del software que permite realizar los cálculos considerando el régimen transitorio de este fenómeno. Al ser un proyecto de carácter académico, el volumen del calderín se ha estimado, siendo lo más fiel posible a la realidad, en base a proyectos de características similares.

Consiste en un recipiente metálico parcialmente lleno de aire que se encuentra comprimido a la presión manométrica. El calderín amortigua las variaciones de presión debido a la expansión prácticamente adiabática del aire al producirse una depresión en la tubería, y posteriormente a la compresión, al producirse una sobrepresión en el ciclo de parada y puesta en marcha de una bomba.

Su colocación se realiza aguas debajo de la válvula de retención de la bomba. Se instala en derivación y con una válvula de cierre para permitir su aislamiento.

Con el objetivo de paliar los efectos producidos por el golpe de ariete, se dispondrá de un calderín de 1000 l inmediatamente aguas abajo del grupo de bombeo, dentro de la estación de bombeo.





ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 10:  
CÁLCULOS MECÁNICOS**

**ANEJO Nº10  
CÁLCULOS MECÁNICOS**

JOSÉ PAJARRÓN PUGA



## ÍNDICE

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Cálculo de conducciones.....</b>	<b>1</b>
<b>3. Macizos de anclaje.....</b>	<b>4</b>

### Apéndice I

TABLAS DE DIMENSIONAMIENTO DE MACIZOS  
DE ANCLAJE



## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo es determinar el espesor necesario de las tuberías proyectadas para cumplir las condiciones mínimas de deformabilidad y esfuerzos establecidas en las ITOHG que garanticen la estabilidad mecánica de la misma y el dimensionamiento de los macizos de anclaje

Todas las tuberías consideradas en este anejo son de fundición, por lo que para la realización de los cálculos mecánicos se han seguido los criterios expuestos en la ITOHG-MAT-1/3. FUNDICIÓN.

Para el dimensionamiento de los macizos de anclaje, a falta de una normativa específica en el ámbito gallego sobre redes de reutilización, se emplearán las tablas recogidas en el *Anexo 2. Dimensiones y armaduras de los macizos de anclaje* del documento Normas para Redes de Reutilización (Versión 2007) del Canal de Isabel II.

## 2. CÁLCULO DE CONDUCCIONES

Para la realización de los cálculos mecánicos se han seguido los criterios expuestos en la ITOHGMAT-1/3. FUNDICIÓN.

El cálculo se realizará para la conducción nº4, entre el tratamiento terciario y el depósito principal, que se proyecta bajo las instalaciones de EDAR Bens y se estima que será la que esté sometida a mayores tensiones.

### 2.1. Hipótesis de cálculo

La combinación de acciones de cálculo que produzca la máxima sollicitación o deformación en una sección es la “hipótesis pésima de carga” en esa sección.

En las tuberías enterradas las acciones determinantes son:

- Presión interna del líquido circulante
- Acción del terreno sobre la conducción
- Acción del tráfico sobre la conducción

En fundición la hipótesis pésima de carga y la sollicitación condicionante, suele corresponder a alguna de las acciones indicadas en la siguiente tabla:

**Tabla 1. Hipótesis pésima de carga para tuberías de fundición.**

		Combinación de acciones	Solicitación determinante
Tuberías aéreas	Hipótesis I	Presión interna	Estado tensional
	Hipótesis II	Acciones gravitatorias	Estado tensional y deformaciones
Tuberías enterradas	Hipótesis I	Presión interna	Estado tensional
	Hipótesis II	Acciones externas	Deformaciones

Para el caso del presente proyecto, se trata de conducciones de fundición enterradas.

### FUNDICIÓN DÚCTIL

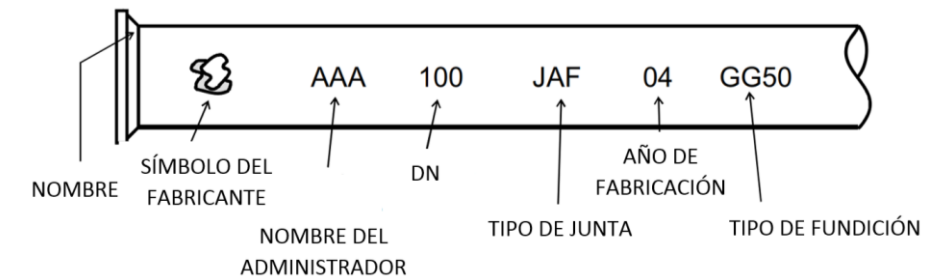


Figura 1. Detalle del marcado de las tuberías de fundición. (Adaptado de ITOHG-MAT-1/3)

#### 2.1.1. Hipótesis I: presión interna (estado tensional)

En la hipótesis de actuación única de la presión interna del agua, debe comprobarse que dicha presión, para un valor de DN y espesor del tubo determinados, produce un estado tensional inferior al admisible, afectado por un coeficiente de seguridad.

Estas comprobaciones pueden hacerse con las siguientes expresiones:

$$STP \leq PEA = 5 + PMA$$

$$MDP \leq PDA = \frac{2 \cdot e \cdot R_m}{D_m \cdot C_2}$$

Donde:

DP: Presión de diseño (N/mm<sup>2</sup>)

PFA: Presión de Funcionamiento Admisible

MDP: Presión máxima de diseño en la sección de la tubería (N/mm<sup>2</sup>)

$$MDP = DP + Dp$$

PMA: Presión máxima admisible

STP: Máxima Presión de Prueba.

$$STP = MDP + 100 \text{ kPa}$$

PEA: Presión de Ensayo Admisible

e: Espesor de la pared del tubo (mm)

D<sub>m</sub>: Diámetro medio del tubo (mm)

$$D_m = OD - e$$

OD: Diámetro exterior del tubo (mm)

R<sub>m</sub>: Resistencia mínima a tracción.

$$R_m = 420 \text{ MPa}$$

C<sub>2</sub>: Coeficiente de seguridad para MDP

$$C_2 = 2.5$$





La norma UNE-EN-545/2011 establece las siguientes clases de tuberías de fundición:

C20, C25, C30, C40, C50, C64 y C100

El número que acompaña al a letra C se corresponde con la presión de funcionamiento admisible del tubo (en bares). Las presiones admisibles para cada clase se muestran a continuación:

**Tabla 2. Presiones admisibles para cada clase.**

Clase de presión C	PFA (bar)	PMA (bar)	PEA (bar)
100	100	120	125
64	64	77	82
50	50	60	65
40	40	48	53
30	30	36	41
25	25	30	35

Las comprobaciones que se deben de realizar son las siguientes:

**PFA > DP**

**PMA > MDP**

**PEA > STP**

### 2.1.2. Hipótesis II: acciones externas (deformaciones)

Debe de comprobarse que, actuando únicamente las acciones externas, la deformación máxima debida a flexión transversal no supera la admisible.

Como deformaciones máximas admisibles se emplean los indicados en el anejo f de la norma UNE-EN 545:2011.

**Tabla 3. Deformaciones máximas admisibles. (UNE-EN 545:2011)**

DN	Deformación admisible (%)
40	0,45
50	0,55
60	0,65
65	0,70
80	0,85
100	1,05
125	1,30
150	1,55
200	1,90
250	2,20
<b>300</b>	<b>2,50</b>
350	2,70
400	2,90
450	3,05
500	3,25

600	3,55
700	3,75
800	4,00
900	4,00
1.000	4,00
1.100	4,00
1.200	4,00
1.400	4,00
1.500	4,00
1.600	4,00
1.800	4,00
2.000	4,00

Se han remarcado los valores de DN obtenidos en el Anejo nº10: Cálculos hidráulicos para las conducciones ID 4 e ID 5 estudiadas en el citado anejo. Por tanto, para quedarnos del lado de la seguridad, se fijará una deformación máxima admisible del 2,20 % para ambas conducciones.

El cálculo de la deformación máxima debida a la flexión transversal se calcula con la formulación de Spangler, que tiene la siguiente expresión:

$$\Delta = \frac{100 \cdot K_A \cdot (P_e + P_t)}{8 \cdot S + f \cdot E_s}$$

Donde:

$\Delta$ : Deformación vertical del tubo debido a cargas externas (%)

$K_A$ : Coeficiente de apoyo

$K_A = 0,009$  (correspondiente a un ángulo de apoyo  $2\alpha=120^\circ$ )

$P_e$ : Presión debido a cargas de tierras (kN/m2)

$P_t$ : Presión debido a cargas de tráfico (kN/m2)

$S$ : Rigidez diametral del tubo (kN/m2)

$f$ : Factor de presión lateral.

$f=0,061$

$E_s$ : Modulo de deformación del suelo (kN/m2)

La presión debida a cargas de tierras,  $P_e$ , repartida uniformemente a lo largo de la generatriz superior del tubo sobre una distancia igual al diámetro exterior, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$P_e = \gamma \cdot H$$

Donde:

$\gamma$ : Peso específico del relleno (kN/m2)

$\gamma = 20$  kN/m2

$H$ : Altura de cobertura (m). A partir de los planos de los perfiles longitudinales del trazado se observa que la mayor profundidad a la que se encuentra sometida una de las tuberías es de 3,4 m.



La presión debida a cargas de tráfico,  $P_t$ , repartida uniformemente a lo largo de la generatriz superior del tubo sobre una distancia igual al diámetro exterior, se calcula con la siguiente expresión:

$$P_t = 40 \cdot (1 - 2 \cdot 10^{-4} \cdot DN) \cdot \frac{\beta}{H}$$

Donde:

DN: Diámetro nominal, en mm

$\beta$ : Coeficiente de cargas rodantes. Se considera el valor de 1,50, correspondiente a zonas de circulación con carreteras principales, únicamente para el tramo que discurre en las instalaciones de E.D.A.R Bens (nº 4). La siguiente tabla muestra los coeficientes  $\beta$  establecidos en la UNE-EN 545:2011).

Tabla 4. Factor  $\beta$  según el tipo de carga rodante. (UNE-EN 545:2011)

Tipo de cargas rodantes	$\beta$
Cargas rodantes particularmente elevadas	2,00
<b>Zonas de circulación con carreteras principales</b>	<b>1,50</b>
Zonas de circulación con carreteras de acceso o cuando el tráfico de pesados esté prohibido	0,75
Zonas rurales	0,50

El módulo de reacción del suelo,  $E_s$ , depende del grado de compactación del suelo, consideramos un coeficiente  $E_s = 2 \text{ kN/m}^2$ , correspondiente a un grado de compactación débil.

La siguiente tabla muestra los valores de  $E_s$  según el grado de compactación establecidos en la UNE-EN 545:2011.

Tabla 5. Factor  $E_s$  según el grado de compactación del suelo. (UNE-EN 545:2011)

Nivel de compactación	$E_s \text{ (kN/m}^2\text{)}$
Compactado casi nulo	1
<b>Compactado débil</b>	<b>2</b>
Compactado bueno	5

La rigidez diametral de tubo, que es la resistencia de un tubo o accesorio a la ovalización, frente a las cargas externas que debe soportar tras su instalación ( $S$ ), se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{E \cdot e^3}{12 \cdot DN^3}$$

Donde:

$S$ : Rigidez diametral del tubo ( $\text{kN/m}^2$ )

$E$ : Módulo de reacción del suelo ( $\text{kN/m}^2$ )

$e$ : Espesor de la pared del tubo (mm)

DN: Diámetro nominal del tubo (mm)

## 2.2. Resultados

Tabla 6. Espesores mínimos de las tuberías de fundición dúctil según las distintas normativas. (Adaptación de EN 545-2010 y EN 545-2007)

ESPESORES MÍNIMOS DE FUNDICIÓN									ESPEJOR MÍNIMO CEMENTO	DN EXTERIOR NOMINAL
DN	C-25	C-30	C-40	C-50	C-64	C-100	SANEAMIENTO	K9	EN 545/EN 598	
80			3	3.5	4	4.7	3.5	4.7	2.5	98
100			3	3.5	4	4.7	3.5	4.7	2.5	118
125			3	3.5	4	5	3.5	4.7	2.5	144
150			3	3.5	4	5.9	3.5	4.7	2.5	170
200			3.1	3.9	5	7.7	3.6	4.8	2.5	222
250			3.9	4.8	6.1	9.5	3.7	5.2	2.5	274
<b>300</b>			<b>4.6</b>	<b>5.7</b>	<b>7.3</b>	<b>11.2</b>	<b>4</b>	<b>5.6</b>	<b>2.5</b>	<b>326</b>
350		4.7	5.3	6.6	8.5	13	4.3	6	3	378
400		4.8	6	7.5	9.6	14.8	4.6	6.4	3	429
450		5.1	6.8	8.4	10.7	16.6	4.9	6.8	3	480
500		5.6	7.5	9.3	11.9	18.3	5.2	7.2	3	532
600		6.7	8.9	11.1	14.2	21.9	5.8	8	3	635
700	6.8	7.8	10.4	13	16.5		7.6	8.8	3.5	738
800	7.5	8.9	11.9	14.8	18.8		8.3	9.6	3.5	842
900	8.4	10	13.3	16.6			9	10.4	3.5	945
1000	9.3	11.1					9.7	11.2	3.5	1048

Para las hipótesis de carga establecidas en el apartado anterior, se ha calculado el espesor mínimo que debe de tener la tubería.

Tabla 7. Resultados de los diferentes espesores mínimos en función de la clase de la tubería.

Clase	HIPOTESIS I	HIPOTESIS II
	$e_{\min} \text{ (mm)}$	$e_{\min} \text{ (mm)}$
20	2.68	3.81
25	3.35	3.81
30	4.01	3.81
<b>40</b>	<b>5.32</b>	<b>3.81</b>
50	6.63	3.81
64	8.45	3.81
100	13.03	3.81

Como se puede ver, una tubería de clase C40 de espesor 5,3 mm sería suficiente. No obstante, se ha decidido emplear un espesor de **6 mm**, correspondiente a la antigua clase k9, por ser la más empleada.

Para  $e = 6 \text{ mm}$  se obtiene:

Tabla 8. Resultados de presiones particularizando para  $e = 6 \text{ mm}$ .



PFA	4,52 Mpa
DP	0,71 Mpa
PMA	5,42 Mpa
MDP	1,43 Mpa
PEA	10,42 Mpa
STP	1,53 Mpa

Por lo tanto, la tubería a proyectar tendrá las siguientes características de la tubería a proyectar son las siguientes:

- DN: 350 mm
- Clase C40
- OD: 378 mm
- e: 6 mm
- ID: 366 mm

### 3. MACIZOS DE ANCLAJE

Los macizos de anclaje se han dimensionado para garantizar la correcta sujeción y apoyo de los siguientes elementos:

- Codos
- Derivaciones en T
- Válvulas
- Reducciones

Para el dimensionamiento se han seguido las indicaciones de la *ITOHG-MAT-1/0: Consideracións xerais*.

Todos los macizos de anclaje se harán de hormigón armado.

#### 3.1. Metodología de cálculo

Para el cálculo de los esfuerzos que se producen en el macizo, se ha empleado el principio de conservación la cantidad de movimiento.

El dimensionamiento se ha hecho en condiciones de presión de prueba de conducción ( $P=DP$ ).

Los esfuerzos que se producen en el macizo según los distintos elementos son los siguientes:

**Tabla 9. Macizos de anclaje en ausencia de velocidad.**

ANCLAJE	FIGURA	EMPUJE
CURVA		$E = 2AP \operatorname{sen} \frac{\theta}{2}$
CODO 90°		$E = 1,414 AP$
CODO 45°		$E = 0,765 AP$
CURVA CON TUBOS RECTOS		$E = 2AP \operatorname{sen} \frac{\theta}{2}$
DERIVACIÓN EN T		$E = AP$
REDUCCIÓN		$E = (A_1 - A_2)P$ $E_1 = E_2 = E \operatorname{sen} \alpha$
VÁLVULA		$E = AP$

Donde:

E: Empuje (N)





A: Área interior (m<sup>2</sup>)

g: Peso específico (N)

P= DP: Presión de diseño (Pa)

θ: Ángulo de desviación (grados °)

	H	L	Armado longitudinal	Armado transversal	Hormigon (m3)	Acero (kg)
Derivación en T	0.35	0.90	2φ6	#@4 a 0.20 m	2.84	1.30
Válvula	0.35	0.90	2φ6	#@4 a 0.20 m	2.84	1.30

### 3.2. Criterios de dimensionamiento de los macizos de anclaje

Los macizos de anclaje se han dimensionado de manera que su peso iguale el empuje máximo a resistir (kN). Por lo tanto, considerando una densidad del hormigón de 2,4 (t/m<sup>3</sup>), deberán tener un volumen V (m<sup>3</sup>) de al menos:

$$V = 0,1 \cdot \frac{E}{2,4} = 0,04 \cdot E$$

De manera simplificada, y siempre que se cumpla la condición anterior, se emplearán las tablas de dimensionamiento de macizos de anclaje de la “NORMAS PARA REDES DE REUTILIZACIÓN (Versión 2007) del Canal de Isabel II”.

Esta normativa técnica es aplicable hasta tuberías de diámetro no superior a 1000 m. Estos macizos se han calculado suponiendo un terreno de resistencia 5 t/m<sup>2</sup> y ángulo de rozamiento interno 25°. Dado que la resistencia del terreno para todos los niveles geotécnicos de la traza es mayor que este valor, el dimensionamiento deja del lado de la seguridad.

En el **Apéndice nº1** del presente anejo se recogen las tablas citadas.

Dado que estas tablas no recogen el dimensionamiento para el codo de 11° 15' se empleará el mismo dado de anclaje que en el codo de 22° 30'.

### 3.3. Resultados

Tabla 10. Empujes y volúmenes mínimos de hormigón.

		E (Pa)	V (m3)
Codos	11.25	13440.77	0.54
	22.50	26752.1	1.07
	45	52467.12	2.10
	90	96963.23	3.88
Derivación en T		68563.36	2.74
Reducción		121161.61	0.05
Válvula		68563.36	2.74

Tabla 11. Dimensionamiento de macizos.

		H	L	Armado longitudinal	Armado transversal	Hormigon (m3)	Acero (kg)
Codos	11.25	0.40	1.20	2φ8	#@4 a 0.20 m	0.58	2.80
	22.50	0.55	1.50	2φ10	#@6 a 0.20 m	1.24	7.30
	45	0.60	1.95	2φ16	#@6 a 0.20 m	2.30	16.50
	90	0.60	2.65	2φ16	#@10 a 0.20 m	4.34	66.40



**Apéndice I**

**TABLAS DE DIMENSIONAMIENTO DE MACIZOS DE ANCLAJE**



Codos Horizontales 11° 15'

CODO HORIZONTAL 11° 15'								
P <sub>cal</sub> : 1,6 MPa								
ID (mm)	h (m)	E (t)	H (m)	L (m)	Vol. (m³)	S <sub>1</sub> (cm²)	S <sub>2</sub> (cm²)	S <sub>1</sub> * (cm²)
80	0,34	0,16	0,40	0,80	0,26	3Φ12 (3,39)	3Φ12 (3,39)	
100	0,35	0,25	0,40	0,80	0,26	3Φ12 (3,39)	3Φ12 (3,39)	
125	0,36	0,39	0,40	0,80	0,26	3Φ12 (3,39)	3Φ12 (3,39)	
150	0,38	0,57	0,40	0,80	0,26	3Φ12 (3,39)	3Φ12 (3,39)	
200	0,40	1,01	0,50	1,00	0,50	3Φ12 (3,39)	4Φ12 (4,52)	
250	0,43	1,57	0,55	1,10	0,67	3Φ12 (3,39)	4Φ12 (4,52)	
300	0,45	2,26	0,65	1,30	1,10	4Φ12 (4,52)	4Φ12 (4,52)	
350	0,48	3,08	0,70	1,40	1,37	4Φ12 (4,52)	4Φ12 (4,52)	
400	0,50	4,02	0,80	1,60	2,05	5Φ12 (5,66)	4Φ12 (4,52)	1Φ12 (1,13)
500	0,55	6,28	0,90	1,80	2,92	4Φ16 (8,04)	5Φ16 (10,05)	1Φ16 (2,01)
600	0,60	9,05	1,05	2,10	4,63	5Φ16 (10,05)	5Φ16 (10,05)	1Φ16 (2,01)
700	0,65	12,31	1,15	2,30	6,08	6Φ16 (12,06)	5Φ16 (10,05)	2Φ16 (4,02)
800	0,70	16,08	1,30	2,60	8,79	7Φ16 (14,07)	6Φ16 (12,06)	2Φ16 (4,02)
900	0,75	20,35	1,40	2,80	10,98	6Φ20 (18,85)	7Φ16 (14,07)	2Φ20 (6,28)
1000	0,80	25,13	1,50	3,00	13,50	7Φ20 (21,99)	8Φ16 (16,08)	3Φ20 (9,42)

Codos Horizontales 45°

CODO HORIZONTAL 45°								
P <sub>cal</sub> : 1,6 MPa								
ID (mm)	h (m)	E (t)	H (m)	L (m)	Vol. (m³)	S <sub>1</sub> (cm²)	S <sub>2</sub> (cm²)	S <sub>1</sub> * (cm²)
80	0,34	0,63	0,40	0,80	0,26	3Φ12 (3,39)	3Φ12 (3,39)	
100	0,35	0,98	0,50	1,00	0,50	3Φ12 (3,39)	3Φ12 (3,39)	
125	0,36	1,53	0,55	1,10	0,67	3Φ12 (3,39)	3Φ12 (3,39)	
150	0,38	2,21	0,65	1,30	1,10	4Φ12 (4,52)	3Φ12 (3,39)	
200	0,40	3,92	0,80	1,60	2,05	4Φ12 (4,52)	4Φ12 (4,52)	
250	0,43	6,13	0,90	1,80	2,92	4Φ12 (4,52)	4Φ12 (4,52)	
300	0,45	8,83	1,05	2,10	4,63	5Φ12 (5,66)	4Φ12 (4,52)	
350	0,48	12,02	1,15	2,30	6,08	6Φ12 (6,79)	4Φ12 (4,52)	
400	0,50	15,70	1,25	2,50	7,81	7Φ12 (7,92)	4Φ12 (4,52)	1Φ12 (1,13)
500	0,55	24,53	1,50	3,00	13,50	6Φ16 (12,06)	5Φ16 (10,05)	1Φ16 (2,01)
600	0,60	35,32	1,70	3,40	19,65	7Φ20 (21,99)	5Φ16 (10,05)	1Φ20 (3,14)
700	0,65	48,07	1,90	3,80	27,44	8Φ20 (25,13)	5Φ16 (10,05)	2Φ20 (6,28)
800	0,70	62,79	2,10	4,20	37,04	8Φ20 (25,13)	6Φ16 (12,06)	2Φ20 (6,28)
900	0,75	79,46	2,25	4,60 (**)	47,61	9Φ20 (28,27)	7Φ16 (14,07)	2Φ20 (6,28)
1000	0,80	98,10	2,45	5,05 (**)	62,48	10Φ25 (49,09)	8Φ16 (16,08)	3Φ25 (14,73)

Codos Horizontales 22° 30'

CODO HORIZONTAL 22° 30'								
P <sub>cal</sub> : 1,6 MPa								
ID (mm)	h (m)	E (t)	H (m)	L (m)	Vol. (m³)	S <sub>1</sub> (cm²)	S <sub>2</sub> (cm²)	S <sub>1</sub> * (cm²)
80	0,34	0,32	0,40	0,80	0,26	3Φ12 (3,39)	3Φ12 (3,39)	
100	0,35	0,50	0,40	0,80	0,26	3Φ12 (3,39)	3Φ12 (3,39)	
125	0,36	0,78	0,45	0,90	0,36	3Φ12 (3,39)	3Φ12 (3,39)	
150	0,38	1,13	0,50	1,00	0,50	3Φ12 (3,39)	3Φ12 (3,39)	
200	0,40	2,00	0,60	1,20	0,86	3Φ12 (3,39)	4Φ12 (4,52)	
250	0,43	3,13	0,70	1,40	1,37	4Φ12 (4,52)	4Φ12 (4,52)	
300	0,45	4,50	0,80	1,60	2,05	4Φ12 (4,52)	4Φ12 (4,52)	
350	0,48	6,13	0,90	1,80	2,92	5Φ12 (5,66)	4Φ12 (4,52)	
400	0,50	8,00	1,00	2,00	4,00	6Φ12 (6,79)	4Φ12 (4,52)	1Φ12 (1,13)
500	0,55	12,50	1,20	2,40	6,91	5Φ16 (10,05)	5Φ16 (10,05)	1Φ16 (2,01)
600	0,60	18,00	1,35	2,70	9,84	6Φ16 (12,06)	5Φ16 (10,05)	1Φ16 (2,01)
700	0,65	24,51	1,50	3,00	13,50	8Φ16 (16,08)	5Φ16 (10,05)	2Φ16 (4,02)
800	0,70	32,01	1,65	3,30	17,97	7Φ20 (21,99)	6Φ16 (12,06)	2Φ20 (6,28)
900	0,75	40,51	1,80	3,60	23,33	7Φ20 (21,99)	7Φ16 (14,07)	2Φ20 (6,28)
1000	0,80	50,01	1,90	3,85 (**)	28,16	9Φ20 (28,27)	8Φ16 (16,08)	3Φ20 (9,42)

Codos Horizontales 90°

CODO HORIZONTAL 90°								
P <sub>cal</sub> : 1,6 MPa								
ID (mm)	h (m)	E (t)	H (m)	L (m)	Vol. (m³)	S <sub>1</sub> (cm²)	S <sub>2</sub> (cm²)	S <sub>1</sub> * (cm²)
80	0,34	1,16	0,50	1,00	0,50	3Φ12 (3,39)	3Φ12 (3,39)	
100	0,35	1,81	0,60	1,20	0,86	3Φ12 (3,39)	3Φ12 (3,39)	
125	0,36	2,83	0,70	1,40	1,37	3Φ12 (3,39)	3Φ12 (3,39)	
150	0,38	4,08	0,80	1,60	2,05	4Φ12 (4,52)	3Φ12 (3,39)	
200	0,40	7,25	0,95	1,90	3,43	5Φ12 (5,66)	3Φ12 (3,39)	
250	0,43	11,33	1,15	2,30	6,08	5Φ12 (5,66)	3Φ12 (3,39)	
300	0,45	16,31	1,30	2,60	8,79	5Φ16 (10,05)	3Φ12 (3,39)	
350	0,48	22,21	1,45	2,90	12,19	6Φ16 (12,06)	4Φ12 (4,52)	
400	0,50	29,00	1,60	3,20	16,38	6Φ16 (12,06)	4Φ12 (4,52)	1Φ16 (2,01)
500	0,55	45,32	1,85	3,70	25,33	7Φ16 (14,07)	4Φ16 (8,04)	1Φ16 (2,01)
600	0,60	65,26	2,10	4,25 (**)	37,93	9Φ16 (18,09)	4Φ16 (8,04)	1Φ16 (2,01)
700	0,65	88,82	2,35	4,80 (**)	54,14	9Φ20 (28,27)	5Φ16 (10,05)	2Φ20 (6,28)
800	0,70	116,01 (*)						
900	0,75	146,83 (*)						
1000	0,80	181,27 (*)						





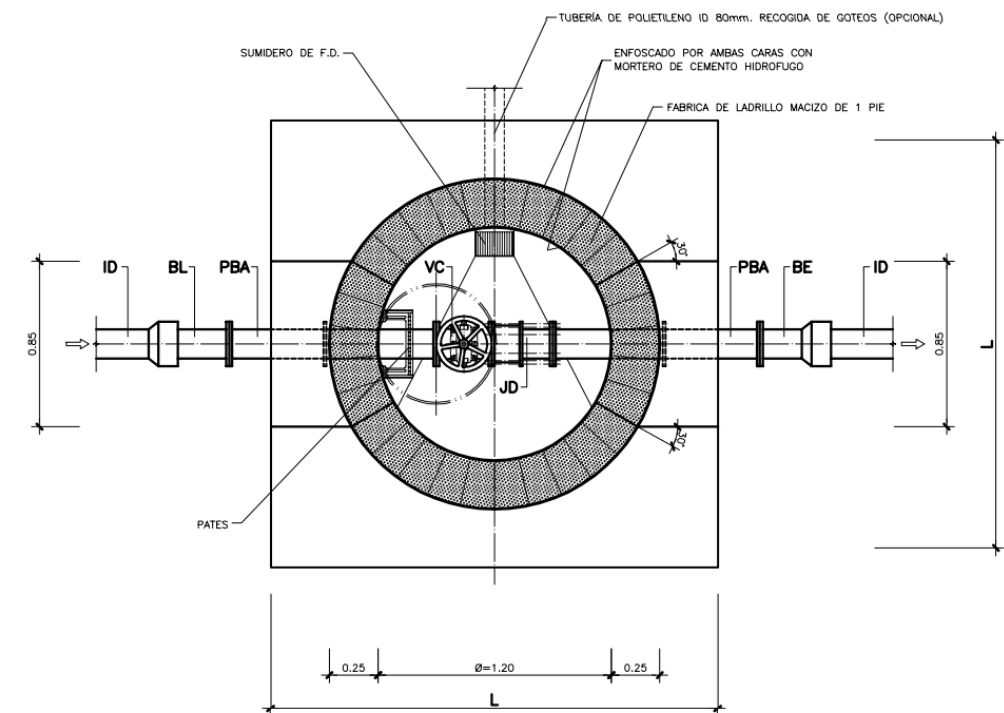
Derivaciones

DERIVACIONES								
P <sub>cal</sub> : 1,6 MPa								
ID (mm)	h (m)	E (t)	H (m)	L (m)	Vol. (m <sup>3</sup> )	S <sub>1</sub> (cm <sup>2</sup> )	S <sub>2</sub> (cm <sup>2</sup> )	S <sub>1</sub> * (cm <sup>2</sup> )
80	0,34	0,82	0,45	0,90	0,36	3Φ12 (3,39)	3Φ12 (3,39)	
100	0,35	1,28	0,55	1,10	0,67	3Φ12 (3,39)	3Φ12 (3,39)	
125	0,36	2,00	0,60	1,20	0,86	3Φ12 (3,39)	3Φ12 (3,39)	
150	0,38	2,88	0,70	1,40	1,37	4Φ12 (4,52)	3Φ12 (3,39)	
200	0,40	5,13	0,85	1,70	2,46	4Φ12 (4,52)	4Φ12 (4,52)	
250	0,43	8,01	1,00	2,00	4,00	5Φ12 (5,66)	4Φ12 (4,52)	
300	0,45	11,54	1,15	2,30	6,08	5Φ12 (5,66)	4Φ12 (4,52)	
350	0,48	15,70	1,30	2,60	8,79	7Φ12 (7,92)	4Φ12 (4,52)	
400	0,50	20,51	1,40	2,80	10,98	6Φ16 (12,06)	4Φ12 (4,52)	1Φ16 (2,01)
500	0,55	32,04	1,65	3,30	17,97	7Φ16 (14,07)	5Φ16 (10,05)	1Φ16 (2,01)
600	0,60	46,14	1,85	3,70	25,33	8Φ16 (16,08)	5Φ16 (10,05)	1Φ16 (2,01)
700	0,65	62,81	2,10	4,20	37,04	8Φ20 (25,13)	5Φ16 (10,05)	2Φ20 (6,28)
800	0,70	82,03	2,30	4,65 (**)	49,73	9Φ20 (28,27)	6Φ16 (12,06)	2Φ20 (6,28)
900	0,75	103,82 (*)						
1000	0,80	128,18 (*)						

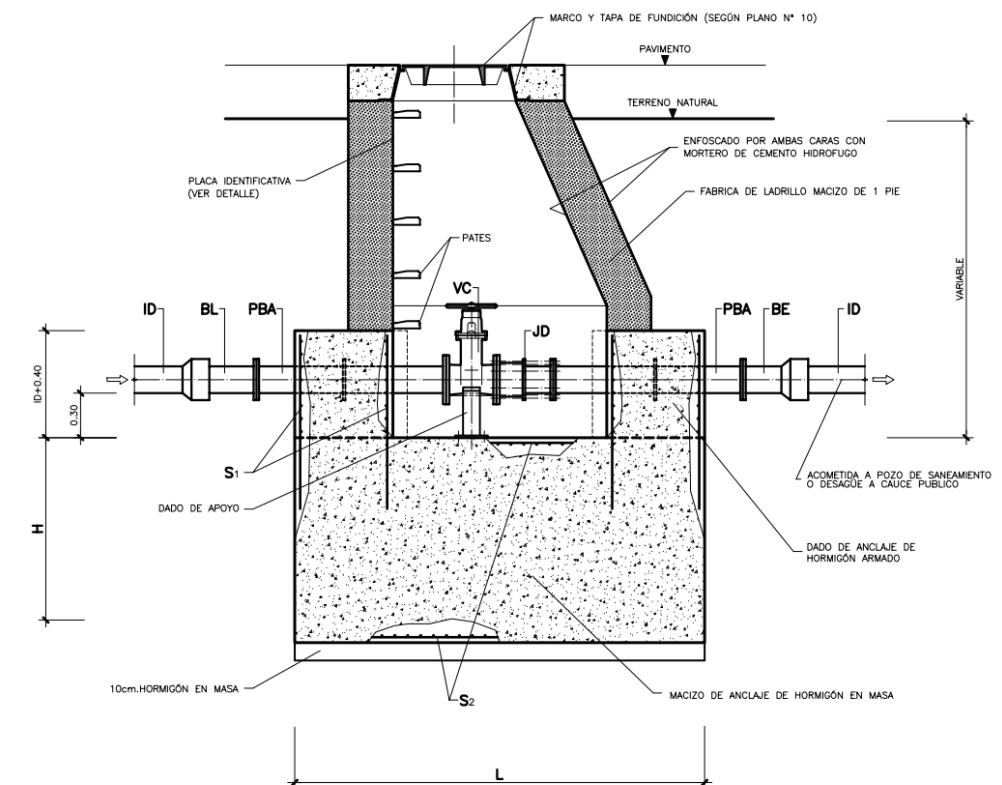
Válvulas de seccionamiento y extremos finales

VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO Y EXTREMOS FINALES								
P <sub>cal</sub> : 1,6 MPa								
ID (mm)	h (m)	E (t)	H (m)	L (m)	Vol. (m <sup>3</sup> )	S <sub>1</sub> (cm <sup>2</sup> )	S <sub>2</sub> (cm <sup>2</sup> )	S <sub>1</sub> * (cm <sup>2</sup> )
80	0,34	0,82	0,45	0,90	0,36	4Φ12 (4,52)	3Φ12 (3,39)	
100	0,35	1,28	0,55	1,10	0,67	4Φ12 (4,52)	3Φ12 (3,39)	
125	0,36	2,00	0,60	1,20	0,86	4Φ12 (4,52)	3Φ12 (3,39)	
150	0,38	2,88	0,70	1,40	1,37	4Φ12 (4,52)	3Φ12 (3,39)	
200	0,40	5,13	0,85	1,70	2,46	4Φ12 (4,52)	4Φ12 (4,52)	
250	0,43	8,01	1,00	2,00	4,00	6Φ12 (6,78)	4Φ12 (4,52)	
300	0,45	11,54	1,15	2,30	6,08	6Φ12 (6,78)	4Φ12 (4,52)	
350	0,48	15,70	1,30	2,60	8,79	8Φ12 (9,04)	4Φ12 (4,52)	
400	0,50	20,51	1,40	2,80	10,98	6Φ16 (12,06)	4Φ12 (4,52)	1Φ16 (2,01)
500	0,55	32,04	1,65	3,30	17,97	8Φ16 (16,08)	5Φ16 (10,05)	1Φ16 (2,01)
600	0,60	46,14	1,85	3,70	25,33	8Φ16 (16,08)	5Φ16 (10,05)	1Φ16 (2,01)
700	0,65	62,81	2,10	4,20	37,04	8Φ20 (25,13)	5Φ16 (10,05)	2Φ20 (6,28)
800	0,70	82,03	2,30	4,65 (**)	49,73	10Φ20 (31,42)	6Φ16 (12,06)	2Φ20 (6,28)
900	0,75	103,82 (*)						
1000	0,80	128,18 (*)						

VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO



PLANTA  
SIN ESCALA



SECCIÓN LONGITUDINAL  
SIN ESCALA



CUADRO DE DIMENSIONES Y ARMADURAS MDP=1,6

TUBERÍA	MACIZO			ARMADURAS							
ID en mm	H en m	L en m	V en m3	S <sub>1</sub>				Armadura cortante			S <sub>2</sub>
				cm2	n	Ø mm	St (mm)	n° cercos	Ø min	St (mm)	
80	0.60	2.00	2.40	7.92	4	16	171	2	8	300	#Ø12 a 10 cm en todas las caras
100	0.70	2.00	2.80	9.24	5	16	154	2	8	300	
150	0.90	2.00	3.60	11.88	4	20	270	2	8	300	
200	1.05	2.10	4.63	13.86	5	20	240	3	8	300	
250	1.25	2.50	7.81	16.50	6	20	232	3	8	300	
300	1.40	2.80	10.98	18.48	6	20	262	3	8	300	
400	1.70	3.40	19.65	28.05	9	20	201	4	8	300	
500	2.10	4.20	37.04	41.58	9	25	251	4	10	300	



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 11:  
CÁLCULOS ESTRUCTURALES**

**ANEJO Nº11  
CÁLCULOS ESTRUCTURALES**





## ÍNDICE

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Normativa aplicable .....</b>	<b>1</b>
<b>3. Vida útil del elemento estructural.....</b>	<b>1</b>
<b>4. Clase de ambiente.....</b>	<b>1</b>
<b>5. Ancho de fisuras .....</b>	<b>1</b>
<b>6. Materiales.....</b>	<b>1</b>
<b>7. Cálculo estructural de la caseta de bombeo .....</b>	<b>1</b>
1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA	
2.- NORMAS CONSIDERADAS	
3.- ACCIONES CONSIDERADAS	
3.1.- Gravitatorias	
3.2.- Viento	
3.3.- Sismo	
3.4.- Hipótesis de carga	
3.5.- Leyes de presiones sobre muros	
3.6.- Listado de cargas	
4.- ESTADOS LÍMITE	
5.- SITUACIONES DE PROYECTO	
5.1.- Coeficientes parciales de seguridad (g) y coeficientes de combinación (y)	
6.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS	
7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS	
7.1.- Muros	
8.- LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN	
9.- MATERIALES UTILIZADOS	
9.1.- Hormigones	

9.2.- Aceros por elemento y posición	
10.- TENSIONES BAJO VIGA DE CIMENTACIÓN	
11.-ESFUERZOS	
11.1.- Esfuerzos por hipótesis	
11.2- Arranques por hipótesis	
11.3.- Pésimos muros	
11.4.- Sumatorio de esfuerzos por hipótesis y planta	
12.- COMPROBACIONES E.L.U.	
13.- MAXIMOS DESPLAZAMIENTOS EN LOSAS	
<b>8. Cálculo estructural del depósito principal .....</b>	<b>14</b>
1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA	
2.- NORMAS CONSIDERADAS	
3.- ACCIONES CONSIDERADAS	
3.1.- Gravitatorias	
3.2.- Viento	
3.3.- Sismo	
3.4.- Hipótesis de carga	
3.5.- Leyes de presiones sobre muros	
3.6.- Listado de cargas	
4.- ESTADOS LÍMITE	
5.- SITUACIONES DE PROYECTO	
5.1.- Coeficientes parciales de seguridad (g) y coeficientes de combinación (y)	
6.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS	
7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS	
7.1.- Muros	
8.- LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN	
9.- MATERIALES UTILIZADOS	



9.1.- Hormigones

9.2.- Aceros por elemento y posición

10.- TENSIONES BAJO VIGA DE CIMENTACIÓN

11.-ESFUERZOS

11.1.- Esfuerzos por hipótesis

11.2- Arranques por hipótesis

11.3.- Pésimos muros

11.4.- Sumatorio de esfuerzos por hipótesis y planta

12.- COMPROBACIONES E.L.U.

13.- MAXIMOS DESPLAZAMIENTOS EN LOSAS

9.2.- Aceros por elemento y posición

10.- TENSIONES BAJO VIGA DE CIMENTACIÓN

11.-ESFUERZOS

11.1.- Esfuerzos por hipótesis

11.2- Arranques por hipótesis

11.3.- Pésimos muros

11.4.- Sumatorio de esfuerzos por hipótesis y planta

12.- COMPROBACIONES E.L.U.

13.- MAXIMOS DESPLAZAMIENTOS EN LOSAS

## 9. Cálculo del filtro rápido a gravedad ..... 36

1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA

2.- NORMAS CONSIDERADAS

3.- ACCIONES CONSIDERADAS

3.1.- Gravitatorias

3.2.- Viento

3.3.- Sismo

3.4.- Hipótesis de carga

3.5.- Leyes de presiones sobre muros

3.6.- Listado de cargas

4.- ESTADOS LÍMITE

5.- SITUACIONES DE PROYECTO

5.1.- Coeficientes parciales de seguridad (g) y coeficientes de combinación (y)

6.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

7.1.- Muros

8.- LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

9.- MATERIALES UTILIZADOS

9.1.- Hormigones



## 1. INTRODUCCIÓN

Es este apartado de la memoria se dará justificación de los cálculos estructurales de la estación de bombeo, el filtro, el depósito y el tanque de cloración.

Los programas utilizados fueron de la casa CYPE en su versión 2019i y en sus módulos: CYPECAD, para losas, losas de cimentación y muros sótano.

MUROS MÉNSULA, para el cálculo de los muros de filtros y tanque de cloración.

## 2. NORMATIVA APLICABLE

Las normativas que se aplicaron fueron las siguientes:

- EHE-08: Instrucción de hormigón estructural
- CTE-DB-SE-C: Código técnico de la edificación. Seguridad Estructural. Cimientos
- CTE-DB-SE-AE: Código técnico de la edificación. Seguridad Estructural. Acciones en la edificación.

## 3. VIDA ÚTIL ELEMENTO ESTRUCTURAL

*Se entiende por vida útil de una estructura el periodo de tiempo, a partir de la fecha en la que finaliza su ejecución, durante el que debe de mantenerse el cumplimiento de las exigencias de seguridad y funcionalidad de la estructura, seguridad en caso de incendio e higiene, salud y protección del medio ambiente. Durante este periodo requerirá una conservación normal que no implique operaciones de rehabilitación*

De acuerdo con el artículo 5 de la EHE-08, las estructuras aquí definidas se diseñarán para una vida útil de 50 años.

## 4. CLASE DE AMBIENTE

Aquí nos encontramos dos tipos de ambientes:

- Para la estación de bombeo, el tipo de exposición es IIIa de exposición marina con corrosión por cloruros en estructuras exteriores de hormigón a menos de 5km de la costa
- Para el resto, el tipo de exposición es IV que se corresponde con cloruros de origen diferente al marino con corrosión por cloruros en instalaciones de tratamiento de agua.

## 5. ANCHO DE FISURAS

Para ambos tipos de exposición (IIIa y IV), el hormigón armado se le limitará la apertura de fisuras a 0,2mm.

## 6. MATERIALES

### Hormigón

En función de la exposición se limita el tipo de hormigón a emplear, así:

- Para la caseta de bombeo, el hormigón será HA-25
- Para el resto, el hormigón será HA-30
- Como hormigón de limpieza, que se verterá en una capa de 10cm, previo a la ejecución de las losas será de hormigón en masa HM-20.

La relación agua-cemento en cada caso será:

- Para la estación de bombeo, de 0,60
- Para el resto, de 0,50

El contenido de cemento en cada caso será:

- Para la estación de bombeo, de 275Kg/m<sup>3</sup>
- Para el resto, de 325Kg/m<sup>3</sup>

Respecto a los recubrimientos:

$$r_{\text{nominal}} = r_{\text{min}} + \Delta r$$

Donde:

$r_{\text{nominal}}$ : Recubrimiento nominal

$r_{\text{min}}$ : Recubrimiento mínimo.

$\Delta r$ : Margen de recubrimiento

En nuestros casos tenemos que:

- Para la estación de bombeo, el recubrimiento nominal será de 35mm
- ara el resto, será de 45mm

Entonces, el hormigón empleado para cada caso será:

- Para la estación de bombeo, HA-25/B/20/IIIa
- Para el resto, HA-30/B/20/IV
- Para el hormigón de limpieza HA-15/B/20

### Acero

El acero empleado será del tipo B-500-S.

## 7. CÁLCULO ESTRUCTURAL DE LA CASETA DE BOMBEO

- 1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA
- 2.- NORMAS CONSIDERADAS
- 3.- ACCIONES CONSIDERADAS
  - 3.1.- Gravitatorias
  - 3.2.- Viento
  - 3.3.- Sismo
  - 3.4.- Hipótesis de carga
  - 3.5.- Leyes de presiones sobre muros
  - 3.6.- Listado de cargas
- 4.- ESTADOS LÍMITE
- 5.- SITUACIONES DE PROYECTO
  - 5.1.- Coeficientes parciales de seguridad (g) y coeficientes de combinación (y)
- 6.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS
- 7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS
  - 7.1.- Muros
- 8.- LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN
- 9.- MATERIALES UTILIZADOS
  - 9.1.- Hormigones
  - 9.2.- Aceros por elemento y posición
- 10.- TENSIONES BAJO VIGA DE CIMENTACIÓN
- 11.-ESFUERZOS
  - 11.1.- ESFUERZOS POR HIPÓTESIS
  - 11.2.- ARRANQUES POR HIPÓTESIS
  - 11.3.- PÉSIMOS MUROS
  - 11.4.- SUMATORIO DE ESFUERZOS POR HIPÓTESIS Y PLANTA
- 12.- COMPROBACIONES E.L.U.
- 13.- MAXIMOS DESPLAZAMIENTOS EN LOSAS



**CÁLCULOS ESTRUCTURALES**

**1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA**

CYPECAD. Versión: 2019

**2.- NORMAS CONSIDERADAS**

Hormigón: EHE-08

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

**Categorías de uso**

G2. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento

**3.- ACCIONES CONSIDERADAS**

**3.1.- Gravitatorias**

Planta	Sobrecarga de uso		Cargas muertas (kN/m²)
	Categoría	Valor (kN/m²)	
Losa cubierta	G2	0.0	0.5
Losa cimentación	B	0.0	0.0

**3.2.- Viento**

CTE DB SE-AE

Código Técnico de la Edificación.

Documento Básico Seguridad Estructural - Acciones en la Edificación

Zona eólica: C

Grado de aspereza: I. Borde del mar o de un lago

La acción del viento se calcula a partir de la presión estática  $q_e$  que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta. El programa obtiene de forma automática dicha presión, conforme a los criterios del Código Técnico de la Edificación DB-SE AE, en función de la geometría del edificio, la zona eólica y grado de aspereza seleccionados, y la altura sobre el terreno del punto considerado:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Donde:

$q_b$  Es la presión dinámica del viento conforme al mapa eólico del Anejo D.

$c_e$  Es el coeficiente de exposición, determinado conforme a las especificaciones del Anejo D.2, en función del grado de aspereza del entorno y la altura sobre el terreno del punto considerado.

$c_p$  Es el coeficiente eólico o de presión, calculado según la tabla 3.5 del apartado 3.3.4, en función de la esbeltez del edificio en el plano paralelo al viento.

$q_b$ (kN/m²)	Viento X			Viento Y		
	esb.	$c_p$ (presión)	$c_p$ (succión)	esb.	$c_p$ (presión)	$c_p$ (succión)
0.520	0.24	0.70	-0.30	0.38	0.70	-0.35

Presión estática			
Planta	Ce (Coef. exposición)	Viento X (kN/m²)	Viento Y (kN/m²)
Losa cubierta	2.24	1.166	1.227

Anchos de banda		
Plantas	Ancho de banda Y (m)	Ancho de banda X (m)
En todas las plantas	6.50	10.50

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Coeficientes de Cargas

+X: 1.00 -X:1.00

+Y: 1.00 -Y:1.00

Cargas de viento		
Planta	Viento X (kN)	Viento Y (kN)
Losa cubierta	15.159	25.776

Conforme al artículo 3.3.2., apartado 2 del Documento Básico AE, se ha considerado que las fuerzas de viento por planta, en cada dirección del análisis, actúan con una excentricidad de  $\pm 5\%$  de la dimensión máxima del edificio.

**3.3.- Sismo**

Sin acción de sismo

**3.4.- Hipótesis de carga**

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga (Uso B) Sobrecarga (Uso G2) Viento +X exc.+ Viento +X exc.- Viento -X exc.+ Viento -X exc.- Viento +Y exc.+ Viento +Y exc.- Viento -Y exc.+ Viento -Y exc.-	
	Adicionales	Naturaleza
	empuje Tierra (G2) N 1	Empujes del terreno Sobrecarga (Uso G2) Nieve

**3.5.- Leyes de presiones sobre muros**

Empujes del terreno			
Referencia	Hipótesis	Descripción	Muro
Empuje tierras	empuje	Con relleno: Cota 0.00 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 18.00 kN/m³ Densidad sumergida 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno 30.00 Grados	M1, M2, M3, M4

Empujes del terreno			
Referencia	Hipótesis	Descripción	Muro
		Evacuación por drenaje 100.00 %	

$y_{a,i}$	Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento
-----------	--

### 5.1.- Coeficientes parciales de seguridad (g) y coeficientes de combinación (y)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

**E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08**

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $y_p$ )	Acompañamiento ( $y_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-

**E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C**

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $y_p$ )	Acompañamiento ( $y_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.600	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.600	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500
Empujes del terreno (H)	1.000	1.600	-	-

**Tensiones sobre el terreno**

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $y_p$ )	Acompañamiento ( $y_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

### 3.6.- Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en kN, kN/m y kN/m²)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
Losas cimentación	Cargas muertas	Puntual	5.00	(2.26,4.99)
	Cargas muertas	Puntual	5.00	(1.33,4.99)
	Sobrecarga (Uso B)	Superficial	1.00	(1.25,1.25) (11.25,1.25) (11.25,7.25) (1.26,7.25)
Losas cubierta	Sobrecarga (Uso G2)	Superficial	1.00	(11.38,7.37) (1.13,7.37) (1.12,1.12) (11.38,1.13)
	Tierra (Uso G2)	Superficial	8.00	(11.38,7.37) (1.13,7.37) (1.12,1.12) (11.38,1.13)
	N 1	Superficial	0.30	(11.38,7.37) (1.13,7.37) (1.12,1.12) (11.38,1.13)

### 4.- ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	

### 5.- SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Con coeficientes de combinación**

- **Sin coeficientes de combinación**

- Donde:

$G_k$	Acción permanente
$P_k$	Acción de pretensado
$Q_k$	Acción variable
$g_G$	Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
$g_P$	Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
$g_{Q,1}$	Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$g_{Q,i}$	Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
$y_{p,1}$	Coeficiente de combinación de la acción variable principal

**7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS**

**7.1.- Muros**

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro					
Referencia	Tipo muro	GI-GF	Vértices Inicial Final	Plant a	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
M1	Muro de hormigón armado	0-1	( 1.13, 1.13) ( 11.38, 1.13)	1	0.125+0.125=0.25
M2	Muro de hormigón armado	0-1	( 11.38, 1.13) ( 11.38, 7.38)	1	0.125+0.125=0.25
M3	Muro de hormigón armado	0-1	( 1.13, 7.38) ( 11.38, 7.38)	1	0.125+0.125=0.25
M4	Muro de hormigón armado	0-1	( 1.13, 1.13) ( 1.13, 7.38)	1	0.125+0.125=0.25

**5.2.- Combinaciones**

**Nombres de las hipótesis**

PP	Peso propio
CM	Cargas muertas
empuje	empuje
Qa (B)	Sobrecarga (Uso B. Zonas administrativas)
Qa (G2)	Sobrecarga (Uso G2. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento)
Tierra (G2)	Tierra (Uso G2. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento)
V(+X exc.+)	Viento +X exc.+
V(+X exc.-)	Viento +X exc.-
V(-X exc.+)	Viento -X exc.+
V(-X exc.-)	Viento -X exc.-
V(+Y exc.+)	Viento +Y exc.+
V(+Y exc.-)	Viento +Y exc.-
V(-Y exc.+)	Viento -Y exc.+
V(-Y exc.-)	Viento -Y exc.-
N 1	N 1

**6.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS**

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Losa cubierta	1	Losa cubierta	4.00	2.48
0	Losa cimentación				-1.52

Zapata del muro		
Referencia	Zapata del muro	
M1	Viga de cimentación: 0.750 x 0.400 Vuelos: izq.:0.25 der.:0.25 canto:0.40  -Situaciones persistentes: 0.245 MPa -Situaciones accidentales: 0.368 MPa Módulo de balasto: 63700.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M2	Viga de cimentación: 0.750 x 0.400 Vuelos: izq.:0.25 der.:0.25 canto:0.40  -Situaciones persistentes: 0.245 MPa -Situaciones accidentales: 0.368 MPa Módulo de balasto: 63700.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M3	Viga de cimentación: 0.750 x 0.400 Vuelos: izq.:0.25 der.:0.25 canto:0.40  -Situaciones persistentes: 0.245 MPa -Situaciones accidentales: 0.368 MPa Módulo de balasto: 63700.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M4	Viga de cimentación: 0.750 x 0.400 Vuelos: izq.:0.25 der.:0.25 canto:0.40  -Situaciones persistentes: 0.245 MPa -Situaciones accidentales: 0.368 MPa Módulo de balasto: 63700.00 kN/m³	Tensiones admisibles



## 8.- LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

Losas cimentación	Canto (cm)	Módulo balasto (kN/m³)	Tensión admisible en situaciones persistentes (MPa)	Tensión admisible en situaciones accidentales (MPa)
Todas	25	36100.00	0.245	0.368

## 9.- MATERIALES UTILIZADOS

### 9.1.- Hormigones

Elemento	Hormigón	$f_{ck}$ (MPa)	$g_c$	Árido		$E_c$ (MPa)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-25	25	1.50	Cuarcita	15	27264

### 9.2.- Aceros por elemento y posición

#### 9.2.1.- Aceros en barras

Elemento	Acero	$f_{yk}$ (MPa)	$g_s$
Todos	B 500 S	500	1.15

## 10.- TENSIONES BAJO VIGA DE CIMENTACIÓN

### 10.1.- Losa cimentación

Tensión admisible en situaciones persistentes: 0.245 MPa

Tensión admisible en situaciones accidentales: 0.368 MPa

Situaciones persistentes o transitorias					
Viga			Tensión media (MPa)	Tensión en bordes (MPa)	Estado
Pórtico	Tramo	Dimensión			
1	M4-M2	M1: 75x40	0.061	0.071	Cumple
2	M4-M2	M3: 75x40	0.061	0.071	Cumple
3	M1-M3	M4: 75x40	0.061	0.066	Cumple
4	M1-M3	M2: 75x40	0.060	0.066	Cumple

## 11.-ESFUERZOS

### 11.1.- ESFUERZOS POR HIPÓTESIS

Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.



					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M1	Losa cubierta	25.0	-1.52/2.48	Peso propio	364.7	1.4	45.7	0.7	19.8	-3.3	141.3	-12.3	86.1	-0.4	-41.9	2.5
				Cargas muertas	11.8	-6.3	0.6	-0.6	-0.3	-0.6	11.6	-1.2	7.3	-0.6	-3.8	0.1
				empuje	1.5	-0.1	17.7	-0.3	79.0	0.9	0.2	0.9	3.1	0.1	-3.9	-0.2
				Sobrecarga (Uso B)	-0.1	-0.0	-2.0	-0.0	-1.1	0.1	0.0	0.1	0.2	0.0	-0.2	-0.0
				Sobrecarga (Uso G2)	19.6	0.1	0.4	0.0	-0.8	-0.2	21.8	-1.8	14.7	-0.1	-7.7	0.4
				Tierra (Uso G2)	156.5	0.4	3.3	0.3	-6.7	-1.7	174.1	-14.3	118.0	-0.5	-61.6	3.0
				Viento +X exc.+	-0.0	12.1	-0.0	7.5	-0.0	1.6	0.0	-1.6	-0.0	7.2	-0.0	-0.0
				Viento +X exc.-	-0.0	12.3	-0.0	8.3	-0.0	1.6	0.0	-1.9	-0.0	8.0	-0.0	-0.0
				Viento -X exc.+	0.0	-12.1	0.0	-7.5	0.0	-1.6	-0.0	1.6	0.0	-7.2	0.0	0.0
				Viento -X exc.-	0.0	-12.3	0.0	-8.3	0.0	-1.6	-0.0	1.9	0.0	-8.0	0.0	0.0
				Viento +Y exc.+	-13.2	0.2	-1.0	1.1	-0.5	0.1	-1.2	-0.4	0.1	1.1	-0.1	-0.0
				Viento +Y exc.-	-13.2	-0.2	-1.0	-1.1	-0.5	0.0	-1.2	0.3	0.1	-1.1	-0.1	-0.1
				Viento -Y exc.+	13.2	-0.2	1.0	-1.1	0.5	-0.1	1.2	0.4	-0.1	-1.1	0.1	0.0
				Viento -Y exc.-	13.2	0.2	1.0	1.1	0.5	-0.0	1.2	-0.3	-0.1	1.1	0.1	0.1
				N 1	5.9	0.0	0.1	0.0	-0.3	-0.1	6.5	-0.5	4.4	-0.0	-2.3	0.1
M2	Losa cubierta	25.0	-1.52/2.48	Peso propio	223.9	-34.4	1.3	-28.0	1.0	-1.8	68.0	-41.9	-7.1	33.4	-0.4	1.3
				Cargas muertas	5.7	-0.8	0.6	-0.7	0.4	0.0	5.5	-3.5	-0.6	2.7	0.3	0.1
				empuje	-1.6	-7.3	-0.2	-41.1	-0.3	0.5	-0.2	-0.6	0.6	0.1	0.0	-0.2
				Sobrecarga (Uso B)	0.1	1.1	-0.0	0.9	-0.0	0.1	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0
				Sobrecarga (Uso G2)	12.5	-1.6	0.1	-1.4	0.1	-0.1	10.3	-6.9	-1.0	5.4	-0.1	0.2
				Tierra (Uso G2)	99.7	-12.5	0.6	-11.1	0.6	-0.8	82.3	-55.2	-8.2	43.2	-0.5	1.4
				Viento +X exc.+	3.6	-0.4	-0.1	-0.3	-0.2	-0.0	0.3	0.0	0.1	0.0	-0.2	0.0
				Viento +X exc.-	3.6	-0.4	0.1	-0.3	0.2	-0.0	0.3	0.0	-0.1	0.0	0.2	0.0
				Viento -X exc.+	-3.6	0.4	0.1	0.3	0.2	0.0	-0.3	-0.0	-0.1	-0.0	0.2	-0.0
				Viento -X exc.-	-3.6	0.4	-0.1	0.3	-0.2	0.0	-0.3	-0.0	0.1	-0.0	-0.2	-0.0
				Viento +Y exc.+	-0.0	0.0	11.5	0.0	14.0	1.4	0.0	-0.0	-4.1	0.0	13.6	-0.1
				Viento +Y exc.-	-0.0	0.0	11.2	0.0	12.7	1.4	0.0	0.0	-3.6	0.0	12.3	-0.1
				Viento -Y exc.+	0.0	-0.0	-11.5	-0.0	-14.0	-1.4	-0.0	0.0	4.1	-0.0	-13.6	0.1
				Viento -Y exc.-	0.0	-0.0	-11.2	-0.0	-12.7	-1.4	-0.0	-0.0	3.6	-0.0	-12.3	0.1
				N 1	3.7	-0.5	0.0	-0.4	0.0	-0.0	3.1	-2.1	-0.3	1.6	-0.0	0.1
M3	Losa cubierta	25.0	-1.52/2.48	Peso propio	364.8	-2.0	-45.8	-0.7	-20.2	-5.0	141.1	12.4	-85.9	0.4	41.8	2.6
				Cargas muertas	13.1	-5.0	-0.4	0.8	0.4	-0.7	11.7	0.4	-7.3	0.6	3.8	0.3
				empuje	1.6	0.4	-17.7	0.2	-78.7	0.8	0.2	-1.3	-3.1	-0.2	4.0	-0.7
				Sobrecarga (Uso B)	-0.1	0.1	2.0	0.0	1.1	0.1	0.0	-0.1	-0.2	-0.0	0.2	-0.0
				Sobrecarga (Uso G2)	19.6	-0.1	-0.4	-0.0	0.8	-0.3	21.7	1.8	-14.7	0.1	7.7	0.4
				Tierra (Uso G2)	156.6	-0.9	-3.5	-0.4	6.3	-2.6	173.8	14.3	-117.6	0.5	61.4	2.9
				Viento +X exc.+	-0.0	12.3	-0.0	8.3	-0.0	-1.6	-0.0	-1.9	-0.0	8.0	-0.0	0.0
				Viento +X exc.-	-0.0	12.1	-0.0	7.5	-0.0	-1.6	-0.0	-1.6	-0.0	7.2	-0.0	0.0
				Viento -X exc.+	0.0	-12.3	0.0	-8.3	0.0	1.6	0.0	1.9	0.0	-8.0	0.0	-0.0
				Viento -X exc.-	0.0	-12.1	0.0	-7.5	0.0	1.6	0.0	1.6	0.0	-7.2	0.0	-0.0
				Viento +Y exc.+	13.2	-0.2	-1.0	-1.1	-0.5	-0.0	1.2	0.3	0.1	-1.1	-0.1	0.1
				Viento +Y exc.-	13.2	0.2	-1.0	1.1	-0.5	-0.1	1.2	-0.4	0.1	1.1	-0.1	0.0
				Viento -Y exc.+	-13.2	0.2	1.0	1.1	0.5	0.0	-1.2	-0.3	-0.1	1.1	0.1	-0.1
				Viento -Y exc.-	-13.2	-0.2	1.0	-1.1	0.5	0.1	-1.2	0.4	-0.1	-1.1	0.1	-0.0
				N 1	5.9	-0.0	-0.1	-0.0	0.2	-0.1	6.5	0.5	-4.4	0.0	2.3	0.1



					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M4	Losa cubierta	25.0	-1.52/2.48	Peso propio	223.8	34.3	-1.2	28.0	-0.6	-3.0	68.1	41.9	7.6	-33.4	0.6	1.4
				Cargas muertas	3.5	0.4	-4.7	0.5	-0.6	0.5	5.3	3.5	0.4	-2.8	-0.3	0.1
				empuje	-1.5	7.5	0.1	41.3	0.1	1.3	-0.3	0.5	-0.6	-0.0	-0.1	-0.2
				Sobrecarga (Uso B)	0.1	-1.1	0.1	-0.9	0.0	0.1	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0
				Sobrecarga (Uso G2)	12.5	1.6	-0.1	1.4	-0.0	-0.2	10.3	6.9	1.1	-5.4	0.1	0.2
				Tierra (Uso G2)	99.6	12.5	-0.6	11.1	-0.2	-1.6	82.3	55.1	8.8	-43.2	0.7	1.7
				Viento +X exc.+	-3.6	-0.4	0.1	-0.3	0.2	0.0	-0.3	0.0	-0.1	0.0	0.2	-0.0
				Viento +X exc.-	-3.6	-0.4	-0.1	-0.3	-0.2	0.0	-0.3	0.0	0.1	0.0	-0.2	-0.0
				Viento -X exc.+	3.6	0.4	-0.1	0.3	-0.2	-0.0	0.3	-0.0	0.1	-0.0	-0.2	0.0
				Viento -X exc.-	3.6	0.4	0.1	0.3	0.2	-0.0	0.3	-0.0	-0.1	-0.0	0.2	0.0
				Viento +Y exc.+	0.0	0.0	11.2	0.0	12.7	-1.4	-0.0	-0.0	-3.6	0.0	12.3	0.1
				Viento +Y exc.-	0.0	0.0	11.5	0.0	14.0	-1.4	-0.0	-0.0	-4.1	0.0	13.6	0.1
				Viento -Y exc.+	-0.0	-0.0	-11.2	-0.0	-12.7	1.4	0.0	0.0	3.6	-0.0	-12.3	-0.1
				Viento -Y exc.-	-0.0	-0.0	-11.5	-0.0	-14.0	1.4	0.0	0.0	4.1	-0.0	-13.6	-0.1
				N 1	3.7	0.5	-0.0	0.4	-0.0	-0.1	3.1	2.1	0.3	-1.6	0.0	0.1



CÁLCULOS ESTRUCTURALES

11.2- ARRANQUES POR HIPÓTESIS

Nota:

Los esfuerzos de pantallas y muros son en ejes generales y referidos al centro de gravedad de la pantalla o muro en la planta.

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M1	Peso propio	364.7	1.4	45.7	0.7	19.8	-3.3
	Cargas muertas	11.8	-6.3	0.6	-0.6	-0.3	-0.6
	empuje	1.5	-0.1	17.7	-0.3	79.0	0.9
	Sobrecarga (Uso B)	-0.1	-0.0	-2.0	-0.0	-1.1	0.1
	Sobrecarga (Uso G2)	19.6	0.1	0.4	0.0	-0.8	-0.2
	Tierra (Uso G2)	156.5	0.4	3.3	0.3	-6.7	-1.7
	Viento +X exc.+	-0.0	12.1	-0.0	7.5	-0.0	1.6
	Viento +X exc.-	-0.0	12.3	-0.0	8.3	-0.0	1.6
	Viento -X exc.+	0.0	-12.1	0.0	-7.5	0.0	-1.6
	Viento -X exc.-	0.0	-12.3	0.0	-8.3	0.0	-1.6
	Viento +Y exc.+	-13.2	0.2	-1.0	1.1	-0.5	0.1
	Viento +Y exc.-	-13.2	-0.2	-1.0	-1.1	-0.5	0.0
	Viento -Y exc.+	13.2	-0.2	1.0	-1.1	0.5	-0.1
	Viento -Y exc.-	13.2	0.2	1.0	1.1	0.5	-0.0
	N 1	5.9	0.0	0.1	0.0	-0.3	-0.1
M2	Peso propio	223.9	-34.4	1.3	-28.0	1.0	-1.8
	Cargas muertas	5.7	-0.8	0.6	-0.7	0.4	0.0
	empuje	-1.6	-7.3	-0.2	-41.1	-0.3	0.5
	Sobrecarga (Uso B)	0.1	1.1	-0.0	0.9	-0.0	0.1
	Sobrecarga (Uso G2)	12.5	-1.6	0.1	-1.4	0.1	-0.1
	Tierra (Uso G2)	99.7	-12.5	0.6	-11.1	0.6	-0.8
	Viento +X exc.+	3.6	-0.4	-0.1	-0.3	-0.2	-0.0
	Viento +X exc.-	3.6	-0.4	0.1	-0.3	0.2	-0.0
	Viento -X exc.+	-3.6	0.4	0.1	0.3	0.2	0.0
	Viento -X exc.-	-3.6	0.4	-0.1	0.3	-0.2	0.0
	Viento +Y exc.+	-0.0	0.0	11.5	0.0	14.0	1.4
	Viento +Y exc.-	-0.0	0.0	11.2	0.0	12.7	1.4
	Viento -Y exc.+	0.0	-0.0	-11.5	-0.0	-14.0	-1.4
	Viento -Y exc.-	0.0	-0.0	-11.2	-0.0	-12.7	-1.4
	N 1	3.7	-0.5	0.0	-0.4	0.0	-0.0

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M3	Peso propio	364.8	-2.0	-45.8	-0.7	-20.2	-5.0
	Cargas muertas	13.1	-5.0	-0.4	0.8	0.4	-0.7
	empuje	1.6	0.4	-17.7	0.2	-78.7	0.8
	Sobrecarga (Uso B)	-0.1	0.1	2.0	0.0	1.1	0.1
	Sobrecarga (Uso G2)	19.6	-0.1	-0.4	-0.0	0.8	-0.3
	Tierra (Uso G2)	156.6	-0.9	-3.5	-0.4	6.3	-2.6
	Viento +X exc.+	-0.0	12.3	-0.0	8.3	-0.0	-1.6
	Viento +X exc.-	-0.0	12.1	-0.0	7.5	-0.0	-1.6
	Viento -X exc.+	0.0	-12.3	0.0	-8.3	0.0	1.6
	Viento -X exc.-	0.0	-12.1	0.0	-7.5	0.0	1.6
	Viento +Y exc.+	13.2	-0.2	-1.0	-1.1	-0.5	-0.0
	Viento +Y exc.-	13.2	0.2	-1.0	1.1	-0.5	-0.1
	Viento -Y exc.+	-13.2	0.2	1.0	1.1	0.5	0.0
	Viento -Y exc.-	-13.2	-0.2	1.0	-1.1	0.5	0.1
	N 1	5.9	-0.0	-0.1	-0.0	0.2	-0.1
M4	Peso propio	223.8	34.3	-1.2	28.0	-0.6	-3.0
	Cargas muertas	3.5	0.4	-4.7	0.5	-0.6	0.5
	empuje	-1.5	7.5	0.1	41.3	0.1	1.3
	Sobrecarga (Uso B)	0.1	-1.1	0.1	-0.9	0.0	0.1
	Sobrecarga (Uso G2)	12.5	1.6	-0.1	1.4	-0.0	-0.2
	Tierra (Uso G2)	99.6	12.5	-0.6	11.1	-0.2	-1.6
	Viento +X exc.+	-3.6	-0.4	0.1	-0.3	0.2	0.0
	Viento +X exc.-	-3.6	-0.4	-0.1	-0.3	-0.2	0.0
	Viento -X exc.+	3.6	0.4	-0.1	0.3	-0.2	-0.0
	Viento -X exc.-	3.6	0.4	0.1	0.3	0.2	-0.0
	Viento +Y exc.+	0.0	0.0	11.2	0.0	12.7	-1.4
	Viento +Y exc.-	0.0	0.0	11.5	0.0	14.0	-1.4
	Viento -Y exc.+	-0.0	-0.0	-11.2	-0.0	-12.7	1.4
	Viento -Y exc.-	-0.0	-0.0	-11.5	-0.0	-14.0	1.4
	N 1	3.7	0.5	-0.0	0.4	-0.0	-0.1

11.3.- PÉSIMOS MUROS

Referencias:

Aprovechamiento: Nivel de tensiones (relación entre la tensión máxima y la admisible). Equivale al inverso del coeficiente de seguridad.

Nx: Axil vertical.

Ny: Axil horizontal.

Nxy: Axil tangencial.

Mx: Momento vertical (alrededor del eje horizontal).

My: Momento horizontal (alrededor del eje vertical).

Mxy: Momento torsor.

Qx: Cortante transversal vertical.

Qy: Cortante transversal horizontal.

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Muro M1: Longitud: 1025 cm [Nudo inicial: 1.13;1.13 -> Nudo final: 11.38;1.13]										
Planta	Comp.	Aprov. (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Losa cubierta (e=25.0 cm)	Arm. vert. der.	98.04	-76.84	7.02	-0.32	42.93	5.42	1.38	---	---
	Arm. horz. der.	38.45	-51.29	7.83	3.45	24.51	4.20	-7.66	---	---
	Arm. vert. izq.	23.73	41.34	56.11	14.15	-2.11	-19.20	-1.26	---	---
	Arm. horz. izq.	66.16	41.34	56.11	14.15	-2.11	-19.20	-1.26	---	---
	Hormigón	17.56	-76.93	7.24	-0.76	42.92	5.42	1.38	---	---
	Arm. transve.	2.33	-5.75	39.31	5.54	---	---	---	12.13	-17.72

Muro M2: Longitud: 625 cm [Nudo inicial: 11.38;1.13 -> Nudo final: 11.38;7.38]										
Planta	Comp.	Aprov. (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Losa cubierta (e=25.0 cm)	Arm. vert. der.	76.09	-66.63	21.43	0.13	31.40	3.97	2.14	---	---
	Arm. horz. der.	31.80	-54.04	18.32	0.79	24.35	4.42	-4.50	---	---
	Arm. vert. izq.	22.00	40.65	53.56	12.49	-2.09	-19.20	-0.95	---	---
	Arm. horz. izq.	64.69	40.65	53.56	12.49	-2.09	-19.20	-0.95	---	---
	Hormigón	13.57	-66.67	21.47	-2.32	31.40	3.97	2.13	---	---
	Arm. transve.	2.55	-6.54	41.88	5.08	---	---	---	14.61	-19.72

Muro M3: Longitud: 1025 cm [Nudo inicial: 1.13;7.38 -> Nudo final: 11.38;7.38]										
Planta	Comp.	Aprov. (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Losa cubierta (e=25.0 cm)	Arm. vert. der.	23.50	41.11	55.39	-14.13	2.05	18.93	-1.26	---	---
	Arm. horz. der.	65.30	41.11	55.39	-14.13	2.05	18.93	-1.26	---	---
	Arm. vert. izq.	98.80	-76.64	7.22	-0.47	-42.79	-5.41	-1.43	---	---
	Arm. horz. izq.	37.89	-51.49	7.72	-3.30	-24.52	-4.14	-7.51	---	---
	Hormigón	17.51	-76.73	7.44	-0.92	-42.78	-5.40	-1.42	---	---
	Arm. transve.	2.39	-51.60	20.70	-6.34	---	---	---	-8.83	20.13

Muro M4: Longitud: 625 cm [Nudo inicial: 1.13;1.13 -> Nudo final: 1.13;7.38]										
Planta	Comp.	Aprov. (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Losa cubierta (e=25.0 cm)	Arm. vert. der.	22.33	41.12	54.75	-12.85	2.13	19.50	-0.95	---	---
	Arm. horz. der.	65.79	41.12	54.75	-12.85	2.13	19.50	-0.95	---	---
	Arm. vert. izq.	76.26	-66.56	21.03	0.03	-31.51	-3.98	-2.08	---	---
	Arm. horz. izq.	31.88	-66.74	35.72	-1.33	-18.56	-8.12	0.89	---	---

Muro M4: Longitud: 625 cm [Nudo inicial: 1.13;1.13 -> Nudo final: 1.13;7.38]										
Planta	Comp.	Aprov. (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
	Hormigón	13.61	-66.78	21.16	1.99	-31.58	-3.99	1.57	---	---
	Arm. transve.	3.69	-6.81	43.43	-5.87	---	---	---	-14.37	-20.27

11.4.- SUMATORIO DE ESFUERZOS POR HIPÓTESIS Y PLANTA

Sólo se tienen en cuenta los esfuerzos de pilares, muros y pantallas, por lo que, si la obra tiene vigas con vinculación exterior, vigas inclinadas, diagonales o estructuras 3D integradas, los esfuerzos de dichos elementos no se muestran en el siguiente listado.

Este listado es de utilidad para conocer las cargas actuantes por encima de la cota de la base de los soportes sobre una planta, por lo que para casos tales como pilares apeados traccionados, los esfuerzos de dichos pilares tendrán la influencia no sólo de las cargas por encima sino también la de las cargas que recibe de plantas inferiores.

Valores referidos al origen (X=0.00, Y=0.00)								
Planta	Cota (m)	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
Losa cimentación	-1.52	Peso propio	1177.2	7357.5	5003.1	-0.0	-0.0	0.0
		Cargas muertas	34.1	213.3	145.0	0.0	-0.0	0.0
		empuje	0.0	-0.3	-0.1	0.0	0.0	-0.3
		Sobrecarga (Uso B)	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0
		Sobrecarga (Uso G2)	64.1	400.4	272.3	0.0	-0.0	0.0
		Tierra (Uso G2)	512.5	3203.1	2178.1	0.0	-0.0	0.0
		Viento +X exc.+	0.0	60.6	0.0	15.2	0.0	-69.4
		Viento +X exc.-	0.0	60.6	0.0	15.2	0.0	-59.5
		Viento -X exc.+	-0.0	-60.6	-0.0	-15.2	-0.0	69.4
		Viento -X exc.-	-0.0	-60.6	-0.0	-15.2	-0.0	59.5
		Viento +Y exc.+	-0.0	-0.0	103.1	0.0	25.8	174.6
		Viento +Y exc.-	-0.0	-0.0	103.1	0.0	25.8	147.6
		Viento -Y exc.+	0.0	0.0	-103.1	-0.0	-25.8	-174.6
		Viento -Y exc.-	0.0	0.0	-103.1	-0.0	-25.8	-147.6
		N 1	19.2	120.1	81.7	0.0	-0.0	0.0



12.- COMPROBACIONES E.L.U.

12.1.- Losa cimentación

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)																Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T <sub>c</sub>	T <sub>st</sub>	T <sub>sl</sub>	TNM <sub>x</sub>	TV <sub>x</sub>	TV <sub>y</sub>	TV <sub>xSt</sub>	TV <sub>ySt</sub>	T,Geom.	T,Disp. <sub>sl</sub>	T,Disp. <sub>st</sub>	-	
M4 - M2	Cumple	'9.500 m' Cumple	'9.000 m' h = 19.9	'M2' h = 4.8	'0.000 m' h = 6.4	'0.000 m' h = 25.0	'0.000 m' h = 8.2	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	'0.000 m' h = 1.2	N.P. <sup>(2)</sup>	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> <b>h = 25.0</b>
M4 - M2	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.500 m' h = 19.7	'M4' h = 5.2	'0.250 m' h = 5.7	'0.250 m' h = 22.3	'0.250 m' h = 8.7	'0.000 m' Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	'0.250 m' h = 1.1	N.P. <sup>(2)</sup>	'0.250 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> <b>h = 22.3</b>
M1 - M3	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.500 m' h = 15.6	'M1' h = 5.0	'0.250 m' h = 5.6	'0.250 m' h = 20.8	'0.250 m' h = 5.7	'0.000 m' Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	'0.250 m' h = 1.0	N.P. <sup>(2)</sup>	'0.250 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> <b>h = 20.8</b>
M1 - M3	Cumple	'5.500 m' Cumple	'0.500 m' h = 17.7	'M3' h = 4.9	'0.000 m' h = 6.3	'0.000 m' h = 24.4	'5.250 m' h = 8.5	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	'0.000 m' h = 1.2	N.P. <sup>(2)</sup>	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> <b>h = 24.4</b>





Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T <sub>c</sub>	T <sub>st</sub>	T <sub>sl</sub>	TNM <sub>x</sub>	TV <sub>x</sub>	TV <sub>y</sub>	TV <sub>xSt</sub>	TV <sub>ySt</sub>	T,Geom.	T,Disp. <sub>sl</sub>	T,Disp. <sub>st</sub>	-
<p><b>Notación:</b> <i>Disp.:</i> Disposiciones relativas a las armaduras <i>Arm.:</i> Armadura mínima y máxima <i>Q:</i> Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) <i>N,M:</i> Estado límite de agotamiento frente a sollicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) <i>T<sub>c</sub>:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. <i>T<sub>st</sub>:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. <i>T<sub>sl</sub>:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. <i>TNM<sub>x</sub>:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X. <i>TV<sub>x</sub>:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua <i>TV<sub>y</sub>:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua <i>TV<sub>xSt</sub>:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma. <i>TV<sub>ySt</sub>:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. <i>T,Geom.:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Relación entre las dimensiones de la sección. <i>T,Disp.<sub>sl</sub>:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. <i>T,Disp.<sub>st</sub>:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. -: - <i>x:</i> Distancia al origen de la barra <i>h:</i> Coeficiente de aprovechamiento (%) <i>N.P.:</i> No procede</p> <p><b>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</b> (1) La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre torsión y esfuerzos normales. (2) No hay interacción entre torsión y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (3) No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>																

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)								Estado
	S <sub>c</sub>	W <sub>k,C,sup.</sub>	W <sub>k,C,Lat.Der.</sub>	W <sub>k,C,inf.</sub>	W <sub>k,C,Lat.Izq.</sub>	S <sub>sr</sub>	V <sub>fis</sub>	-	
M4 - M2	x: 9.5 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE
M4 - M2	x: 0.25 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE
M1 - M3	x: 3.5 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE
M1 - M3	x: 5 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE
<p><b>Notación:</b> <i>s<sub>c</sub>:</i> Fisuración por compresión <i>W<sub>k,C,sup.</sub>:</i> Fisuración por tracción: Cara superior <i>W<sub>k,C,Lat.Der.</sub>:</i> Fisuración por tracción: Cara lateral derecha <i>W<sub>k,C,inf.</sub>:</i> Fisuración por tracción: Cara inferior <i>W<sub>k,C,Lat.Izq.</sub>:</i> Fisuración por tracción: Cara lateral izquierda <i>S<sub>sr</sub>:</i> Área mínima de armadura <i>V<sub>fis</sub>:</i> Fisuración por cortante -:- <i>x:</i> Distancia al origen de la barra <i>h:</i> Coeficiente de aprovechamiento (%) <i>N.P.:</i> No procede</p>									

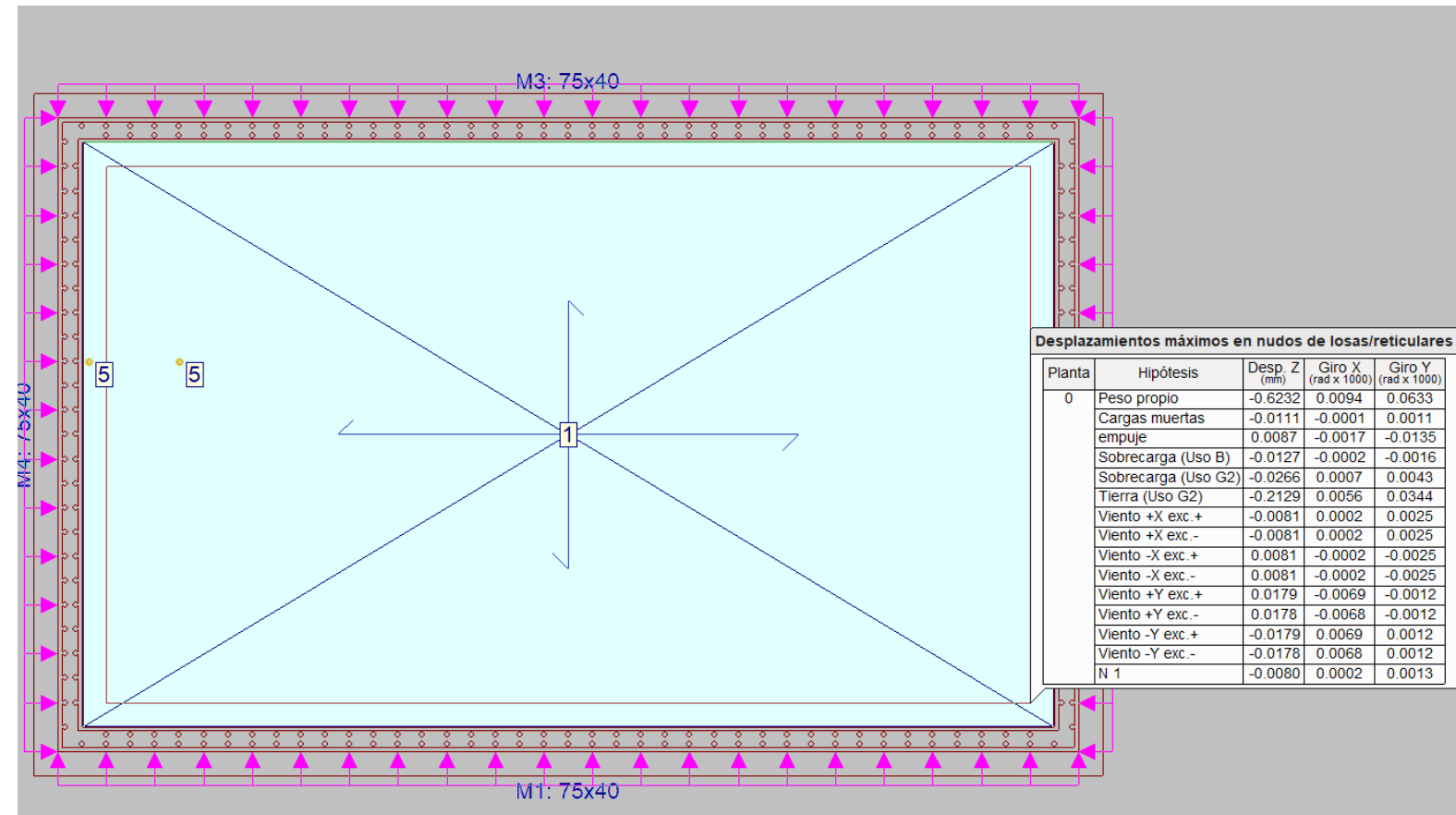


Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)								Estado
	S <sub>c</sub>	W <sub>k,C,sup.</sub>	W <sub>k,C,Lat.Der.</sub>	W <sub>k,C,inf.</sub>	W <sub>k,C,Lat.Izq.</sub>	S <sub>sr</sub>	V <sub>fis</sub>	-	
<i>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</i> <i>(1) La comprobación no procede, ya que la tensión de tracción máxima en el hormigón no supera la resistencia a tracción del mismo.</i> <i>(2) No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</i>									

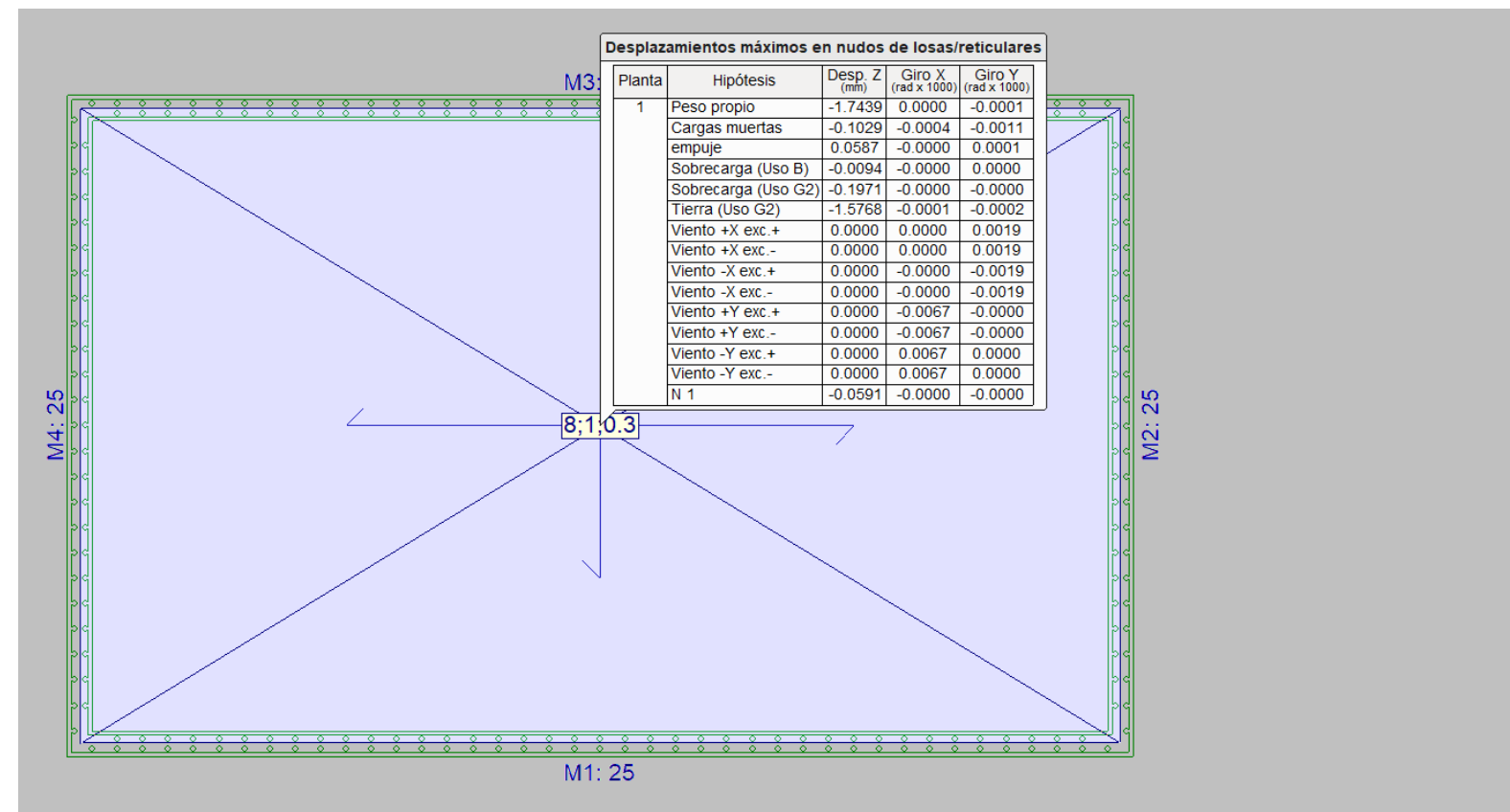


### 13.- MÁXIMOS DESPLAZAMIENTOS EN LOSAS

#### 13.1.- Losa cimentación



#### 13.2.- Losa superior





**CÁLCULOS ESTRUCTURALES**

**8. CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL DEPÓSITO PRINCIPAL**

- 1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA
- 2.- NORMAS CONSIDERADAS
- 3.- ACCIONES CONSIDERADAS
  - 3.1.- Gravitatorias
  - 3.2.- Viento
  - 3.3.- Sismo
  - 3.4.- Hipótesis de carga
  - 3.5.- Leyes de presiones sobre muros
  - 3.6.- Listado de cargas
- 4.- ESTADOS LÍMITE
- 5.- SITUACIONES DE PROYECTO
  - 5.1.- Coeficientes parciales de seguridad (g) y coeficientes de combinación (y)
- 6.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS
- 7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS
  - 7.1.- Muros
- 8.- LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN
- 9.- MATERIALES UTILIZADOS
  - 9.1.- Hormigones
  - 9.2.- Aceros por elemento y posición
- 10.- TENSIONES BAJO VIGA DE CIMENTACIÓN
- 11.-ESFUERZOS
  - 11.1.- ESFUERZOS POR HIPÓTESIS
  - 11.2.- ARRANQUES POR HIPÓTESIS
  - 11.3.- PÉSIMOS MUROS
  - 11.4.- SUMATORIO DE ESFUERZOS POR HIPÓTESIS Y PLANTA
- 12.- COMPROBACIONES E.L.U.
- 13.- MAXIMOS DESPLAZAMIENTOS EN LOSAS

**1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA**

Versión: 2019

**2.- NORMAS CONSIDERADAS**

Hormigón: EHE-08

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

**Categorías de uso**

G2. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento

**3.- ACCIONES CONSIDERADAS**

**3.1.- Gravitatorias**

Planta	Sobrecarga de uso		Cargas muertas (kN/m²)
	Categoría	Valor (kN/m²)	
Forjado 1	---	0.0	0.0

**3.2.- Viento**

Sin acción de viento

**3.3.- Sismo**

Sin acción de sismo

**3.4.- Hipótesis de carga**

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga (Uso B) Sobrecarga (Uso G2)	
Adicionales	Referencia	Naturaleza
	TIERRAS	Empujes del terreno
	AGUA 1	Empujes del terreno
	AGUA 2	Empujes del terreno
	Q 1 (B)	Sobrecarga (Uso B)
	N 1	Nieve

**3.5.- Leyes de presiones sobre muros**

Empujes del terreno			
Referencia	Hipótesis	Descripción	Muro
AGUA1	AGUA 1	Con nivel freático: Cota -1.00 m	M10
AGUA 2	Cargas muertas	Con nivel freático: Cota -1.00 m	M10
TERRENO	Cargas muertas	Con relleno: Cota -1.00 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 18.00 kN/m³ Densidad sumergida 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno 30.00 Grados Evacuación por drenaje 100.00 %	M3, M5, M11, M12

**3.6.- Listado de cargas**

Cargas especiales introducidas (en kN, kN/m y kN/m²).

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

5.1.- Coeficientes parciales de seguridad (g) y coeficientes de combinación (y)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
Cimentación	Sobrecarga (Uso B)	Superficial	50.00	(25.95,38.50) (1.50,38.50) (1.50,3.50) (25.95,3.50)
	Q 1 (Uso B)	Superficial	50.00	(51.50,38.50) (27.05,38.50) (27.05,3.50) (51.50,3.50)
Forjado 1	Sobrecarga (Uso G2)	Superficial	8.00	(52.05,39.05) (26.50,39.05) (26.50,2.95) (52.05,2.95)
	Sobrecarga (Uso G2)	Superficial	8.00	(26.50,39.05) (0.95,39.05) (0.95,2.95) (26.50,2.95)
	N 1	Superficial	0.30	(52.05,39.05) (26.50,39.05) (26.50,2.95) (52.05,2.95)
	N 1	Superficial	0.30	(26.50,39.05) (0.95,39.05) (0.95,2.95) (26.50,2.95)

4.- ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	

5.- SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

- Sin coeficientes de combinación

Donde:

- $G_k$  Acción permanente
- $P_k$  Acción de pretensado
- $Q_k$  Acción variable
- $g_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- $g_P$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
- $g_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- $g_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
- $y_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal
- $y_{a,i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $y_p$ )	Acompañamiento ( $y_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.500	1.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $y_p$ )	Acompañamiento ( $y_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.600	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.600	1.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500
Empujes del terreno (H)	1.000	1.600	-	-

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $y_p$ )	Acompañamiento ( $y_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $y_p$ )	Acompañamiento ( $y_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	1.000	1.000

**CÁLCULOS ESTRUCTURALES**

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $y_p$ )	Acompañamiento ( $y_a$ )
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

**6.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS**

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Forjado 1	1	Forjado 1	6.00	0.00
0	Cimentación				-6.00

**7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS**

**7.1.- Pilares**

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Datos de los pilares					
Referencia	Coord (P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo
P1	( 9.70, 15.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P2	( 18.05, 15.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P3	( 9.70, 27.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P4	( 18.05, 27.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P5	( 34.95, 15.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P6	( 43.30, 15.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P7	( 34.95, 27.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P8	( 43.30, 27.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro

**7.2.- Muros**

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro					
Ref.	Tipo muro	GI- GF	Vértices		Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
			Inicial	Final	
M3	Muro de hormigón armado	0-1	( 0.95, 39.05)	( 52.05, 39.05)	0.25+0.25=0.5
M5	Muro de hormigón armado	0-1	( 52.05, 2.95)	( 52.05, 39.05)	0.25+0.25=0.5
M10	Muro de hormigón armado	0-1	( 26.50, 2.95)	( 26.50, 39.05)	0.25+0.25=0.5
M11	Muro de hormigón armado	0-1	( 0.95, 2.95)	( 0.95, 39.05)	0.25+0.25=0.5

Ref.	Tipo muro	GI- GF	Vértices		Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
			Inicial	Final		
M12	Muro de hormigón armado	0-1	( 0.95, 2.95)	( 52.05, 2.95)	1	0.25+0.25=0.5

Zapata del muro		
Referencia	Zapata del muro	
M3	Viga de cimentación: 1.100 x 0.900 Vuelos: izq.:0.30 der.:0.30 canto:0.90  -Situaciones persistentes: 0.245 MPa -Situaciones accidentales: 0.368 MPa Módulo de balasto: 63700.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M5	Viga de cimentación: 1.100 x 0.900 Vuelos: izq.:0.30 der.:0.30 canto:0.90  -Situaciones persistentes: 0.245 MPa -Situaciones accidentales: 0.368 MPa Módulo de balasto: 63700.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M10	Viga de cimentación: 1.100 x 0.900 Vuelos: izq.:0.30 der.:0.30 canto:0.90  -Situaciones persistentes: 0.245 MPa -Situaciones accidentales: 0.368 MPa Módulo de balasto: 63700.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M11	Viga de cimentación: 1.100 x 0.900 Vuelos: izq.:0.30 der.:0.30 canto:0.90  -Situaciones persistentes: 0.245 MPa -Situaciones accidentales: 0.368 MPa Módulo de balasto: 63700.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M12	Viga de cimentación: 1.100 x 0.900 Vuelos: izq.:0.30 der.:0.30 canto:0.90  -Situaciones persistentes: 0.245 MPa -Situaciones accidentales: 0.368 MPa Módulo de balasto: 63700.00 kN/m³	Tensiones admisibles

**8.- LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN**

Grupo	Losas cimentación	Canto (cm)	Módulo balasto (kN/m³)	Tensión admisible en situaciones persistentes (MPa)	Tensión admisible en situaciones accidentales (MPa)
Cimentación	L1	60	28800.00	0.245	0.368
	L4	90	28800.00	0.245	0.368
	L5	90	28800.00	0.245	0.368
	L2	60	28800.00	0.245	0.368
	L3	90	28800.00	0.245	0.368
	L7	90	28800.00	0.245	0.368
	L8	90	28800.00	0.245	0.368
	L9	90	28800.00	0.245	0.368
	L10	90	28800.00	0.245	0.368





Grupo	Losas cimentación	Canto (cm)	Módulo balasto (kN/m³)	Tensión admisible en situaciones persistentes (MPa)	Tensión admisible en situaciones accidentales (MPa)
	L6	90	28800.00	0.245	0.368

## 9.- MATERIALES UTILIZADOS

### 9.1.- Hormigones

Elemento	Hormigón	$f_{ck}$ (MPa)	$g_c$	Árido		$E_c$ (MPa)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-30	30	1.50	Cuarcita	15	27264

### 9.2.- Aceros por elemento y posición

#### 9.2.1.- Aceros en barras

Elemento	Acero	$f_{yk}$ (MPa)	$g_s$
Todos	B 500 S	500	1.15

## 10.- TENSIONES BAJO VIGA DE CIMENTACIÓN

### 10.1.- Losa cimentación

Tensión admisible en situaciones persistentes: 0.245 MPa  
Tensión admisible en situaciones accidentales: 0.368 MPa

Situaciones persistentes o transitorias					
Viga			Tensión media (MPa)	Tensión en bordes (MPa)	Estado
Pórtico	Tramo	Dimensión			
1	B24-B23	M12: 110x90	0.146	0.147	Cumple
2	B22-B20	M3: 110x90	0.146	0.147	Cumple
3	B24-B22	M11: 110x90	0.143	0.145	Cumple
4	B25-B21	M10: 110x90	0.152	0.152	Cumple
5	B23-B20	M5: 110x90	0.143	0.145	Cumple

## 11.-ESFUERZOS

### 11.1.- ESFUERZOS POR HIPÓTESIS

Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.

*Nota: Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.*





Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P1	Forjado 1	50x50	-6.00/-0.50	Peso propio	854.9	-1.1	3.7	-0.0	1.7	0.0	821.2	-1.1	-5.6	-0.0	1.7	0.0
				Cargas muertas	-26.5	-0.3	-1.3	-0.4	-0.6	-0.0	-26.5	1.8	2.0	-0.4	-0.6	-0.0
				TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				AGUA 1	3.8	-0.4	-0.0	-0.1	-0.0	-0.0	3.8	0.4	0.0	-0.1	-0.0	-0.0
				AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				Sobrecarga (Uso B)	-18.4	-4.5	-1.4	-1.8	-0.8	0.0	-18.4	5.5	2.9	-1.8	-0.8	0.0
				Sobrecarga (Uso G2)	835.7	-2.1	3.5	-0.5	1.6	0.0	835.7	0.6	-5.1	-0.5	1.6	0.0
				Q 1 (Uso B)	-3.2	1.9	0.2	0.6	0.1	-0.0	-3.2	-1.3	-0.4	0.6	0.1	-0.0
P2	Forjado 1	50x50	-6.00/-0.50	N 1	31.3	-0.1	0.1	-0.0	0.1	0.0	31.3	0.0	-0.2	-0.0	0.1	0.0
				Peso propio	808.6	2.2	3.7	0.8	1.7	0.0	774.9	-2.4	-5.6	0.8	1.7	0.0
				Cargas muertas	13.6	-0.0	-1.3	-0.2	-0.6	-0.0	13.6	1.0	2.0	-0.2	-0.6	-0.0
				TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				AGUA 1	-14.0	0.4	0.0	0.4	0.0	-0.0	-14.0	-1.6	-0.1	0.4	0.0	-0.0
				AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				Sobrecarga (Uso B)	-21.9	2.2	-1.4	1.2	-0.8	0.0	-21.9	-4.5	3.1	1.2	-0.8	0.0
				Sobrecarga (Uso G2)	792.4	3.7	3.5	1.4	1.6	0.0	792.4	-3.9	-5.1	1.4	1.6	0.0
P3	Forjado 1	50x50	-6.00/-0.50	Q 1 (Uso B)	12.7	1.3	0.2	0.1	0.1	-0.0	12.7	1.0	-0.6	0.1	0.1	-0.0
				N 1	29.7	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	29.7	-0.1	-0.2	0.1	0.1	0.0
				Peso propio	854.9	-1.1	-3.7	-0.0	-1.7	0.0	821.2	-1.1	5.6	-0.0	-1.7	0.0
				Cargas muertas	-26.5	-0.3	1.3	-0.4	0.6	-0.0	-26.5	1.8	-2.0	-0.4	0.6	-0.0
				TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				AGUA 1	3.8	-0.4	0.0	-0.1	0.0	-0.0	3.8	0.4	-0.0	-0.1	0.0	-0.0
				AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				Sobrecarga (Uso B)	-18.4	-4.5	1.4	-1.8	0.8	0.0	-18.4	5.5	-2.9	-1.8	0.8	0.0
P4	Forjado 1	50x50	-6.00/-0.50	Sobrecarga (Uso G2)	835.6	-2.1	-3.5	-0.5	-1.6	0.0	835.6	0.6	5.1	-0.5	-1.6	0.0
				Q 1 (Uso B)	-3.2	1.9	-0.2	0.6	-0.1	-0.0	-3.2	-1.3	0.4	0.6	-0.1	-0.0
				N 1	31.3	-0.1	-0.1	-0.0	-0.1	0.0	31.3	0.0	0.2	-0.0	-0.1	0.0
				Peso propio	808.6	2.2	-3.7	0.8	-1.7	0.0	774.9	-2.4	5.6	0.8	-1.7	0.0
				Cargas muertas	13.6	-0.0	1.4	-0.2	0.6	-0.0	13.6	1.0	-2.0	-0.2	0.6	-0.0
				TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				AGUA 1	-14.0	0.4	-0.0	0.4	-0.0	-0.0	-14.0	-1.6	0.1	0.4	-0.0	-0.0
				AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
P5	Forjado 1	50x50	-6.00/-0.50	Sobrecarga (Uso B)	-21.9	2.2	1.4	1.2	0.8	0.0	-21.9	-4.5	-3.1	1.2	0.8	0.0
				Sobrecarga (Uso G2)	792.4	3.7	-3.5	1.4	-1.6	0.0	792.4	-3.9	5.1	1.4	-1.6	0.0
				Q 1 (Uso B)	12.7	1.3	-0.2	0.1	-0.1	-0.0	12.7	1.0	0.6	0.1	-0.1	-0.0
				N 1	29.7	0.1	-0.1	0.1	-0.1	0.0	29.7	-0.1	0.2	0.1	-0.1	0.0
				Peso propio	808.6	-2.2	3.7	-0.8	1.7	0.0	774.9	2.4	-5.6	-0.8	1.7	0.0
				Cargas muertas	-14.5	-0.8	-1.3	-0.5	-0.6	-0.0	-14.5	2.2	1.9	-0.5	-0.6	-0.0
				TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				AGUA 1	14.0	0.4	-0.0	0.4	-0.0	-0.0	14.0	-1.6	0.1	0.4	-0.0	-0.0
				AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				Sobrecarga (Uso B)	12.7	-1.3	0.2	-0.1	0.1	0.0	12.7	-1.0	-0.6	-0.1	0.1	0.0
				Sobrecarga (Uso G2)	792.5	-3.7	3.5	-1.4	1.6	0.0	792.5	3.9	-5.1	-1.4	1.6	0.0
				Q 1 (Uso B)	-21.9	-2.2	-1.4	-1.2	-0.8	-0.0	-21.9	4.5	3.0	-1.2	-0.8	-0.0
				N 1	29.7	-0.1	0.1	-0.1	0.1	0.0	29.7	0.1	-0.2	-0.1	0.1	0.0
				Peso propio	808.6	-2.2	3.7	-0.8	1.7	0.0	774.9	2.4	-5.6	-0.8	1.7	0.0
				Cargas muertas	-14.5	-0.8	-1.3	-0.5	-0.6	-0.0	-14.5	2.2	1.9	-0.5	-0.6	-0.0
				TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P6	Forjado 1	50x50	-6.00/-0.50	Peso propio	854.9	1.1	3.7	0.0	1.7	0.0	821.2	1.1	-5.6	0.0	1.7	0.0
				Cargas muertas	-18.9	1.0	-1.3	0.7	-0.6	-0.0	-18.9	-2.7	2.0	0.7	-0.6	-0.0
				TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				AGUA 1	-3.8	-0.4	0.0	-0.1	0.0	-0.0	-3.8	0.4	-0.0	-0.1	0.0	-0.0
				AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				Sobrecarga (Uso B)	-3.2	-1.9	0.2	-0.6	0.1	0.0	-3.2	1.3	-0.4	-0.6	0.1	0.0
				Sobrecarga (Uso G2)	835.7	2.1	3.5	0.5	1.6	0.0	835.7	-0.6	-5.1	0.5	1.6	0.0
				Q 1 (Uso B)	-18.4	4.5	-1.4	1.8	-0.8	-0.0	-18.4	-5.5	2.9	1.8	-0.8	-0.0
				N 1	31.3	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	31.3	-0.0	-0.2	0.0	0.1	0.0
P7	Forjado 1	50x50	-6.00/-0.50	Peso propio	808.6	-2.2	-3.7	-0.8	-1.7	0.0	774.9	2.4	5.6	-0.8	-1.7	0.0
				Cargas muertas	-14.5	-0.8	1.3	-0.5	0.6	-0.0	-14.5	2.2	-1.9	-0.5	0.6	-0.0
				TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				AGUA 1	14.0	0.4	0.0	0.4	0.0	-0.0	14.0	-1.6	-0.1	0.4	0.0	-0.0
				AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				Sobrecarga (Uso B)	12.7	-1.3	-0.2	-0.1	-0.1	0.0	12.7	-1.0	0.6	-0.1	-0.1	0.0
				Sobrecarga (Uso G2)	792.4	-3.7	-3.5	-1.4	-1.6	0.0	792.4	3.9	5.1	-1.4	-1.6	0.0
				Q 1 (Uso B)	-21.9	-2.2	1.4	-1.2	0.8	-0.0	-21.9	4.5	-3.1	-1.2	0.8	-0.0
				N 1	29.7	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	29.7	0.1	0.2	-0.1	-0.1	0.0
P8	Forjado 1	50x50	-6.00/-0.50	Peso propio	854.9	1.1	-3.7	0.0	-1.7	0.0	821.2	1.1	5.6	0.0	-1.7	0.0
				Cargas muertas	-18.9	1.0	1.3	0.7	0.6	-0.0	-18.9	-2.7	-2.0	0.7	0.6	-0.0
				TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				AGUA 1	-3.8	-0.4	-0.0	-0.1	-0.0	-0.0	-3.8	0.4	0.0	-0.1	-0.0	-0.0
				AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				Sobrecarga (Uso B)	-3.2	-1.9	-0.2	-0.6	-0.1	0.0	-3.2	1.3	0.4	-0.6	-0.1	0.0
				Sobrecarga (Uso G2)	835.6	2.1	-3.5	0.5	-1.6	0.0	835.6	-0.6	5.1	0.5	-1.6	0.0
				Q 1 (Uso B)	-18.4	4.5	1.4	1.8	0.8	-0.0	-18.4	-5.5	-2.9	1.8	0.8	-0.0
				N 1	31.3	0.1	-0.1	0.0	-0.1	0.0	31.3	-0.0	0.2	0.0	-0.1	0.0
M3	Forjado 1	50.0	-6.00/0.00	Peso propio	4722.9	202.9	-435.7	-3.5	179.2	-60.1	1679.4	0.5	-2756	0.0	584.2	-5.6
				Cargas muertas	309.3	770.1	-2532	567.4	-3936	-15.7	78.2	-230.3	-251.6	362.3	810.0	-94.1
				TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				AGUA 1	0.6	-902.6	0.9	-563.7	0.1	48.7	0.1	224.2	-0.0	-362.5	-0.1	104.1
				AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				Sobrecarga (Uso B)	382.0	3815.9	844.4	8.8	249.3	-3969	43.0	220.0	-81.0	4.4	114.5	-1795
				Sobrecarga (Uso G2)	1577.9	109.5	413.7	-2.0	449.9	-37.5	1769.9	-1.2	-3072	-0.1	754.6	-6.0
				Q 1 (Uso B)	382.3	-3980	837.9	-5.5	244.1	4016.0	43.0	-223.2	-80.8	-4.5	114.5	1795.6
				N 1	59.2	4.1	15.5	-0.1	16.9	-1.4	66.4	-0.0	-115.2	-0.0	28.3	-0.2
M5	Forjado 1	50.0	-6.00/0.00	Peso propio	3589.3	-498.3	-98.1	45.8	3.2	-35.2	1103.8	-1529	2.2	287.1	-0.3	-7.1
				Cargas muertas	177.0	-1857	87.4	-2883	-3.2	40.4	40.4	-197.7	-6.5	638.8	0.5	11.5
				TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				AGUA 1	-66.1	15.5	2.6	4.0	0.0	0.1	-4.6	-4.0	-0.0	2.4	0.1	0.0
				AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				Sobrecarga (Uso B)	-50.1	-37.1	-1.4	-10.8	-0.1	-1.5	-4.0	4.6	0.1	-5.3	-0.1	-0.1
				Sobrecarga (Uso G2)	1220.5	163.6	-45.3	238.4	1.5	-18.2	1150.9	-1738	2.4	414.9	-0.3	-6.2
				Q 1 (Uso B)	295.2	1389.4	65.7	378.8	-3.6	40.1	53.3	-174.3	-0.2	207.2	0.2	3.0
				N 1	45.8	6.1	-1.7	8.9	0.1	-0.7	43.2	-65.2	0.1	15.6	-0.0	-0.2





Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M10	Forjado 1	50.0	-6.00/0.00	Peso propio	5948.8	-0.1	-4.4	0.0	-0.3	-30.6	2299.1	0.1	-18.4	-0.2	1.5	-8.8
				Cargas muertas	-749.2	2538.0	44.9	3307.7	2.4	34.9	-134.8	417.2	12.3	-720.0	-1.7	-13.6
				TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				AGUA 1	1.2	-2538	-52.9	-3308	-2.5	1.3	-0.6	-417.3	8.1	720.1	-0.6	14.5
				AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				Sobrecarga (Uso B)	-945.0	1296.8	117.8	378.6	-11.2	3.7	-74.5	-259.9	19.3	205.4	-0.5	-4.6
				Sobrecarga (Uso G2)	2645.1	-0.0	-2.1	-0.0	-0.3	-24.4	2404.1	-0.1	-10.2	0.1	0.9	-1.3
				Q 1 (Uso B)	-945.3	-1297	-111.4	-378.7	11.2	7.9	-73.6	259.6	0.3	-204.8	-0.9	19.0
				N 1	99.2	-0.0	-0.1	-0.0	-0.0	-0.9	90.2	-0.0	-0.4	0.0	0.0	-0.1
M11	Forjado 1	50.0	-6.00/0.00	Peso propio	3590.8	498.5	159.6	-44.1	-2.6	-33.5	1103.1	1529.3	15.6	-287.2	-0.9	8.5
				Cargas muertas	45.3	1828.2	-113.7	2874.0	2.5	26.7	31.7	205.0	-25.5	-643.1	1.0	-8.6
				TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				AGUA 1	66.2	15.5	4.0	4.0	0.1	-0.6	4.6	-3.9	0.3	2.3	0.1	-0.8
				AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				Sobrecarga (Uso B)	294.6	-1389	-156.4	-380.7	1.8	36.5	53.5	174.4	-7.6	-207.3	-0.0	-8.8
				Sobrecarga (Uso G2)	1221.8	-163.3	85.2	-237.5	-1.6	-15.6	1150.2	1737.5	12.9	-415.0	-0.8	4.7
				Q 1 (Uso B)	-50.2	37.1	3.7	10.9	0.2	-1.0	-4.0	-4.6	-0.0	5.3	0.2	0.8
				N 1	45.8	-6.1	3.2	-8.9	-0.1	-0.6	43.1	65.2	0.5	-15.6	-0.0	0.2
M12	Forjado 1	50.0	-6.00/0.00	Peso propio	4726.1	-163.3	437.2	1.8	-179.5	-84.3	1679.4	-18.5	2757.0	0.3	-584.5	-6.3
				Cargas muertas	310.1	1052.3	2529.9	561.5	3934.7	160.4	77.0	-203.2	250.3	362.9	-809.9	107.2
				TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				AGUA 1	-1.9	-904.1	0.1	-563.5	2.3	-47.9	0.5	223.5	-0.0	-363.2	0.5	-104.8
				AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				Sobrecarga (Uso B)	380.2	4036.1	-837.5	6.6	-239.8	4016.1	43.6	230.7	80.3	5.1	-113.8	1798.7
				Sobrecarga (Uso G2)	1580.0	-75.0	-412.1	1.2	-449.6	-41.6	1770.2	-15.9	3071.9	0.1	-754.3	-7.0
				Q 1 (Uso B)	379.6	-3891	-845.0	-7.9	-252.0	-3924	43.0	-222.8	80.4	-5.6	-114.0	-1799
				N 1	59.3	-2.8	-15.5	0.0	-16.9	-1.6	66.4	-0.6	115.2	0.0	-28.3	-0.3



CÁLCULOS ESTRUCTURALES

11.2.- ARRANQUES DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS

Nota:

Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.

Los esfuerzos de pantallas y muros son en ejes generales y referidos al centro de gravedad de la pantalla o muro en la planta.

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P1	Peso propio	854.9	-1.1	3.7	-0.0	1.7	0.0
	Cargas muertas	-26.5	-0.3	-1.3	-0.4	-0.6	-0.0
	TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	AGUA 1	3.8	-0.4	-0.0	-0.1	-0.0	-0.0
	AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Sobrecarga (Uso B)	-18.4	-4.5	-1.4	-1.8	-0.8	0.0
	Sobrecarga (Uso G2)	835.7	-2.1	3.5	-0.5	1.6	0.0
	Q 1 (Uso B)	-3.2	1.9	0.2	0.6	0.1	-0.0
P2	Peso propio	808.6	2.2	3.7	0.8	1.7	0.0
	Cargas muertas	13.6	-0.0	-1.3	-0.2	-0.6	-0.0
	TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	AGUA 1	-14.0	0.4	0.0	0.4	0.0	-0.0
	AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Sobrecarga (Uso B)	-21.9	2.2	-1.4	1.2	-0.8	0.0
	Sobrecarga (Uso G2)	792.4	3.7	3.5	1.4	1.6	0.0
	Q 1 (Uso B)	12.7	1.3	0.2	0.1	0.1	-0.0
P3	Peso propio	854.9	-1.1	-3.7	-0.0	-1.7	0.0
	Cargas muertas	-26.5	-0.3	1.3	-0.4	0.6	-0.0
	TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	AGUA 1	3.8	-0.4	0.0	-0.1	0.0	-0.0
	AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Sobrecarga (Uso B)	-18.4	-4.5	1.4	-1.8	0.8	0.0
	Sobrecarga (Uso G2)	835.6	-2.1	-3.5	-0.5	-1.6	0.0
	Q 1 (Uso B)	-3.2	1.9	-0.2	0.6	-0.1	-0.0
P4	Peso propio	808.6	2.2	-3.7	0.8	-1.7	0.0
	Cargas muertas	13.6	-0.0	1.4	-0.2	0.6	-0.0
	TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	AGUA 1	-14.0	0.4	-0.0	0.4	-0.0	-0.0
	AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Sobrecarga (Uso B)	-21.9	2.2	1.4	1.2	0.8	0.0
	Sobrecarga (Uso G2)	792.4	3.7	-3.5	1.4	-1.6	0.0
	Q 1 (Uso B)	12.7	1.3	-0.2	0.1	-0.1	-0.0

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P5	Peso propio	808.6	-2.2	3.7	-0.8	1.7	0.0
	Cargas muertas	-14.5	-0.8	-1.3	-0.5	-0.6	-0.0
	TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	AGUA 1	14.0	0.4	-0.0	0.4	-0.0	-0.0
	AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Sobrecarga (Uso B)	12.7	-1.3	0.2	-0.1	0.1	0.0
	Sobrecarga (Uso G2)	792.5	-3.7	3.5	-1.4	1.6	0.0
	Q 1 (Uso B)	-21.9	-2.2	-1.4	-1.2	-0.8	-0.0
P6	Peso propio	854.9	1.1	3.7	0.0	1.7	0.0
	Cargas muertas	-18.9	1.0	-1.3	0.7	-0.6	-0.0
	TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	AGUA 1	-3.8	-0.4	0.0	-0.1	0.0	-0.0
	AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Sobrecarga (Uso B)	-3.2	-1.9	0.2	-0.6	0.1	0.0
	Sobrecarga (Uso G2)	835.7	2.1	3.5	0.5	1.6	0.0
	Q 1 (Uso B)	-18.4	4.5	-1.4	1.8	-0.8	-0.0
P7	Peso propio	808.6	-2.2	-3.7	-0.8	-1.7	0.0
	Cargas muertas	-14.5	-0.8	1.3	-0.5	0.6	-0.0
	TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	AGUA 1	14.0	0.4	0.0	0.4	0.0	-0.0
	AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Sobrecarga (Uso B)	12.7	-1.3	-0.2	-0.1	-0.1	0.0
	Sobrecarga (Uso G2)	792.4	-3.7	-3.5	-1.4	-1.6	0.0
	Q 1 (Uso B)	-21.9	-2.2	1.4	-1.2	0.8	-0.0
P8	Peso propio	854.9	1.1	-3.7	0.0	-1.7	0.0
	Cargas muertas	-18.9	1.0	1.3	0.7	0.6	-0.0
	TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	AGUA 1	-3.8	-0.4	-0.0	-0.1	-0.0	-0.0
	AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Sobrecarga (Uso B)	-3.2	-1.9	-0.2	-0.6	-0.1	0.0
	Sobrecarga (Uso G2)	835.6	2.1	-3.5	0.5	-1.6	0.0
	Q 1 (Uso B)	-18.4	4.5	1.4	1.8	0.8	-0.0
M3	Peso propio	4722.9	202.9	-435.7	-3.5	179.2	-60.1
	Cargas muertas	309.3	770.1	-2532	567.4	-3936	-15.7
	TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	AGUA 1	0.6	-902.6	0.9	-563.7	0.1	48.7
	AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Sobrecarga (Uso B)	382.0	3815.9	844.4	8.8	249.3	-3969
	Sobrecarga (Uso G2)	1577.9	109.5	413.7	-2.0	449.9	-37.5
	Q 1 (Uso B)	382.3	-3980	837.9	-5.5	244.1	4016.0



Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M5	Peso propio	3589.3	-498.3	-98.1	45.8	3.2	-35.2
	Cargas muertas	177.0	-1857	87.4	-2883	-3.2	40.4
	TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	AGUA 1	-66.1	15.5	2.6	4.0	0.0	0.1
	AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Sobrecarga (Uso B)	-50.1	-37.1	-1.4	-10.8	-0.1	-1.5
	Sobrecarga (Uso G2)	1220.5	163.6	-45.3	238.4	1.5	-18.2
	Q 1 (Uso B)	295.2	1389.4	65.7	378.8	-3.6	40.1
	N 1	45.8	6.1	-1.7	8.9	0.1	-0.7
M10	Peso propio	5948.8	-0.1	-4.4	0.0	-0.3	-30.6
	Cargas muertas	-749.2	2538.0	44.9	3307.7	2.4	34.9
	TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	AGUA 1	1.2	-2538	-52.9	-3308	-2.5	1.3
	AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Sobrecarga (Uso B)	-945.0	1296.8	117.8	378.6	-11.2	3.7
	Sobrecarga (Uso G2)	2645.1	-0.0	-2.1	-0.0	-0.3	-24.4
	Q 1 (Uso B)	-945.3	-1297	-111.4	-378.7	11.2	7.9
	N 1	99.2	-0.0	-0.1	-0.0	-0.0	-0.9
M11	Peso propio	3590.8	498.5	159.6	-44.1	-2.6	-33.5
	Cargas muertas	45.3	1828.2	-113.7	2874.0	2.5	26.7
	TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	AGUA 1	66.2	15.5	4.0	4.0	0.1	-0.6
	AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Sobrecarga (Uso B)	294.6	-1389	-156.4	-380.7	1.8	36.5
	Sobrecarga (Uso G2)	1221.8	-163.3	85.2	-237.5	-1.6	-15.6
	Q 1 (Uso B)	-50.2	37.1	3.7	10.9	0.2	-1.0
	N 1	45.8	-6.1	3.2	-8.9	-0.1	-0.6
M12	Peso propio	4726.1	-163.3	437.2	1.8	-179.5	-84.3
	Cargas muertas	310.1	1052.3	2529.9	561.5	3934.7	160.4
	TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	AGUA 1	-1.9	-904.1	0.1	-563.5	2.3	-47.9
	AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Sobrecarga (Uso B)	380.2	4036.1	-837.5	6.6	-239.8	4016.1
	Sobrecarga (Uso G2)	1580.0	-75.0	-412.1	1.2	-449.6	-41.6
	Q 1 (Uso B)	379.6	-3891	-845.0	-7.9	-252.0	-3924
	N 1	59.3	-2.8	-15.5	0.0	-16.9	-1.6



11.3.- PÉSIMOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

11.3.1.- Pilares

Resumen de las comprobaciones												
Pilares	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Esfuerzos pésimos						Pésima	Aprov. (%)	Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)			
P1	Forjado 1 (-6 - 0 m)	50x50	Cabeza	G, H, Q, N	2335.6	-9.6	8.2	-3.4	3.0	Q	1.8	Cumple
				G, H, Q, N	2355.0	-12.7	2.5	-1.5	3.9	N,M	57.4	Cumple
			-1 m	G, H, Q, N	2381.2	7.1	-10.3	-3.4	3.0	Q	1.8	Cumple
				G, H, Q, N	2400.5	8.6	-5.6	-1.5	3.9	N,M	58.6	Cumple
			-5.4 m	G, H, Q, N	2381.2	7.1	-10.3	-3.4	3.0	Q	1.8	Cumple
				G, H, Q, N	2400.5	8.6	-5.6	-1.5	3.9	N,M	58.6	Cumple
			Pie	G, H, Q, N	2381.2	7.1	-10.3	-3.4	3.0	Q	1.8	Cumple
				G, H, Q, N	2400.5	8.6	-5.6	-1.5	3.9	N,M	58.6	Cumple
	Cimentación	50x50	Arranque	G, H, Q, N	2381.2	7.1	-10.3	-3.4	3.0	Q	0.4	Cumple
				G, H, Q, N	2400.5	8.6	-5.6	-1.5	3.9	N,M	58.6	Cumple
P2	Forjado 1 (-6 - 0 m)	50x50	Cabeza	G, H, Q, N	2246.9	-10.1	-13.8	4.9	3.2	Q	2.3	Cumple
				G, H, Q, N	2274.7	-13.3	-8.5	3.4	4.0	N,M	55.5	Cumple
			-1 m	G, H, Q, N	2292.4	7.4	12.9	4.9	3.2	Q	2.3	Cumple
				G, H, Q, N	2320.2	8.9	10.4	3.4	4.0	N,M	56.6	Cumple
			-5.4 m	G, H, Q, N	2292.4	7.4	12.9	4.9	3.2	Q	2.3	Cumple
				G, H, Q, N	2320.2	8.9	10.4	3.4	4.0	N,M	56.6	Cumple
			Pie	G, H, Q, N	2292.4	7.4	12.9	4.9	3.2	Q	2.3	Cumple
				G, H, Q, N	2320.2	8.9	10.4	3.4	4.0	N,M	56.6	Cumple
	Cimentación	50x50	Arranque	G, H, Q, N	2292.4	7.4	12.9	4.9	3.2	Q	0.5	Cumple
				G, H, Q, N	2320.2	8.9	10.4	3.4	4.0	N,M	56.6	Cumple
P3	Forjado 1 (-6 - 0 m)	50x50	Cabeza	G, H, Q, N	2335.6	9.6	8.2	-3.4	-3.0	Q	1.8	Cumple
				G, H, Q, N	2355.0	12.7	2.5	-1.5	-3.9	N,M	57.5	Cumple
			-1 m	G, H, Q, N	2381.2	-7.1	-10.3	-3.4	-3.0	Q	1.8	Cumple
				G, H, Q, N	2400.5	-8.6	-5.6	-1.5	-3.9	N,M	58.5	Cumple
			-5.4 m	G, H, Q, N	2381.2	-7.1	-10.3	-3.4	-3.0	Q	1.8	Cumple
				G, H, Q, N	2400.5	-8.6	-5.6	-1.5	-3.9	N,M	58.5	Cumple
			Pie	G, H, Q, N	2381.2	-7.1	-10.3	-3.4	-3.0	Q	1.8	Cumple
				G, H, Q, N	2400.5	-8.6	-5.6	-1.5	-3.9	N,M	58.5	Cumple
	Cimentación	50x50	Arranque	G, H, Q, N	2381.2	-7.1	-10.3	-3.4	-3.0	Q	0.4	Cumple
				G, H, Q, N	2400.5	-8.6	-5.6	-1.5	-3.9	N,M	58.5	Cumple
P4	Forjado 1 (-6 - 0 m)	50x50	Cabeza	G, H, Q, N	2246.8	10.1	-13.8	4.9	-3.2	Q	2.2	Cumple
				G, H, Q, N	2274.7	13.3	-8.5	3.4	-4.0	N,M	55.6	Cumple
			-1 m	G, H, Q, N	2292.3	-7.4	12.9	4.9	-3.2	Q	2.2	Cumple
				G, H, Q, N	2320.2	-8.9	10.4	3.4	-4.0	N,M	56.6	Cumple
			-5.4 m	G, H, Q, N	2292.3	-7.4	12.9	4.9	-3.2	Q	2.2	Cumple
				G, H, Q, N	2320.2	-8.9	10.4	3.4	-4.0	N,M	56.6	Cumple



Resumen de las comprobaciones

Pilares	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Esfuerzos pésimos						Pésima	Aprov. (%)	Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)			
	Cimentación	50x50	Pie	G, H, Q, N	2292.3	-7.4	12.9	4.9	-3.2	Q	2.2	Cumple
				G, H, Q, N	2320.2	-8.9	10.4	3.4	-4.0	N,M	56.6	Cumple
			Arranque	G, H, Q, N	2292.3	-7.4	12.9	4.9	-3.2	Q	0.5	Cumple
				G, H, Q, N	2320.2	-8.9	10.4	3.4	-4.0	N,M	56.6	Cumple
P5	Forjado 1 (-6 - 0 m)	50x50	Cabeza	G, H, Q, N	2242.0	-10.1	14.4	-5.0	3.2	Q	2.3	Cumple
				G, H, Q, N	2269.8	-13.3	9.0	-3.6	4.0	N,M	55.4	Cumple
			-1 m	G, H, Q, N	2287.5	7.4	-13.1	-5.0	3.2	Q	2.3	Cumple
				G, H, Q, N	2315.3	8.9	-10.6	-3.6	4.0	N,M	56.5	Cumple
			-5.4 m	G, H, Q, N	2287.5	7.4	-13.1	-5.0	3.2	Q	2.3	Cumple
				G, H, Q, N	2315.3	8.9	-10.6	-3.6	4.0	N,M	56.5	Cumple
			Pie	G, H, Q, N	2287.5	7.4	-13.1	-5.0	3.2	Q	2.3	Cumple
				G, H, Q, N	2315.3	8.9	-10.6	-3.6	4.0	N,M	56.5	Cumple
	Cimentación	50x50	Arranque	G, H, Q, N	2287.5	7.4	-13.1	-5.0	3.2	Q	0.5	Cumple
				G, H, Q, N	2315.3	8.9	-10.6	-3.6	4.0	N,M	56.5	Cumple
P6	Forjado 1 (-6 - 0 m)	50x50	Cabeza	G, H, Q, N	2337.0	-9.6	-8.4	3.4	3.0	Q	1.8	Cumple
				G, H, Q, N	2356.3	-12.7	-2.6	1.5	3.9	N,M	57.4	Cumple
			-1 m	G, H, Q, N	2382.5	7.1	10.5	3.4	3.0	Q	1.8	Cumple
				G, H, Q, N	2401.8	8.6	5.7	1.5	3.9	N,M	58.6	Cumple
			-5.4 m	G, H, Q, N	2382.5	7.1	10.5	3.4	3.0	Q	1.8	Cumple
				G, H, Q, N	2401.8	8.6	5.7	1.5	3.9	N,M	58.6	Cumple
			Pie	G, H, Q, N	2382.5	7.1	10.5	3.4	3.0	Q	1.8	Cumple
				G, H, Q, N	2401.8	8.6	5.7	1.5	3.9	N,M	58.6	Cumple
	Cimentación	50x50	Arranque	G, H, Q, N	2382.5	7.1	10.5	3.4	3.0	Q	0.4	Cumple
				G, H, Q, N	2401.8	8.6	5.7	1.5	3.9	N,M	58.6	Cumple
P7	Forjado 1 (-6 - 0 m)	50x50	Cabeza	G, H, Q, N	2241.9	10.1	14.4	-5.0	-3.2	Q	2.3	Cumple
				G, H, Q, N	2269.8	13.3	9.0	-3.6	-4.0	N,M	55.5	Cumple
			-1 m	G, H, Q, N	2287.4	-7.4	-13.1	-5.0	-3.2	Q	2.3	Cumple
				G, H, Q, N	2315.3	-8.9	-10.6	-3.6	-4.0	N,M	56.5	Cumple
			-5.4 m	G, H, Q, N	2287.4	-7.4	-13.1	-5.0	-3.2	Q	2.3	Cumple
				G, H, Q, N	2315.3	-8.9	-10.6	-3.6	-4.0	N,M	56.5	Cumple
			Pie	G, H, Q, N	2287.4	-7.4	-13.1	-5.0	-3.2	Q	2.3	Cumple
				G, H, Q, N	2315.3	-8.9	-10.6	-3.6	-4.0	N,M	56.5	Cumple
	Cimentación	50x50	Arranque	G, H, Q, N	2287.4	-7.4	-13.1	-5.0	-3.2	Q	0.5	Cumple
				G, H, Q, N	2315.3	-8.9	-10.6	-3.6	-4.0	N,M	56.5	Cumple
P8	Forjado 1 (-6 - 0 m)	50x50	Cabeza	G, H, Q, N	2336.9	9.6	-8.4	3.4	-3.0	Q	1.8	Cumple
				G, H, Q, N	2356.3	12.7	-2.6	1.5	-3.9	N,M	57.6	Cumple
			-1 m	G, H, Q, N	2382.5	-7.1	10.5	3.4	-3.0	Q	1.8	Cumple
				G, H, Q, N	2401.8	-8.6	5.7	1.5	-3.9	N,M	58.6	Cumple
			-5.4 m	G, H, Q, N	2382.5	-7.1	10.5	3.4	-3.0	Q	1.8	Cumple
				G, H, Q, N	2401.8	-8.6	5.7	1.5	-3.9	N,M	58.6	Cumple

Resumen de las comprobaciones												
Pilares	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Esfuerzos pésimos						Pésima	Aprov. (%)	Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)			
			Pie	G, H, Q, N	2382.5	-7.1	10.5	3.4	-3.0	Q	1.8	Cumple
				G, H, Q, N	2401.8	-8.6	5.7	1.5	-3.9	N,M	58.6	Cumple
	Cimentación	50x50	Arranque	G, H, Q, N	2382.5	-7.1	10.5	3.4	-3.0	Q	0.4	Cumple
				G, H, Q, N	2401.8	-8.6	5.7	1.5	-3.9	N,M	58.6	Cumple
<i>Notas:</i> Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales												

11.3.2.- Muros

Referencias:

Aprovechamiento: Nivel de tensiones (relación entre la tensión máxima y la admisible).

Equivale al inverso del coeficiente de seguridad.

Nx : Axil vertical.

Ny : Axil horizontal.

Nxy: Axil tangencial.

Mx : Momento vertical (alrededor del eje horizontal).

My : Momento horizontal (alrededor del eje vertical).

Mxy: Momento torsor.

Qx : Cortante transversal vertical.

Qy : Cortante transversal horizontal.

Muro M3: Longitud: 5110 cm [Nudo inicial: 0.95;39.05 -> Nudo final: 52.05;39.05]											
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos								
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)	
Forjado 1 (e=50.0 cm)	Arm. vert. der.	5.92	-137.87	-15.07	-9.07	-233.79	-29.53	-1.00	---	---	
	Arm. horz. der.	1.75	-132.87	-97.67	-30.11	3.32	-64.32	-8.44	---	---	
	Arm. vert. izq.	99.65	-137.69	-14.94	9.39	-233.53	-29.50	-1.65	---	---	
	Arm. horz. izq.	22.68	-140.23	-25.64	-34.14	-177.18	-39.44	6.09	---	---	
	Hormigón	17.48	-138.83	-13.00	-17.30	-233.19	-29.46	-1.32	---	---	
	Arm. transve.	4.16	-190.07	-31.90	38.08	---	---	---	85.10	-2.97	

Muro M5: Longitud: 3610 cm [Nudo inicial: 52.05;2.95 -> Nudo final: 52.05;39.05]											
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos								
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)	
Forjado 1 (e=50.0 cm)	Arm. vert. der.	75.36	-120.65	-2.99	10.87	168.25	21.25	2.96	---	---	





Muro M5: Longitud: 3610 cm [Nudo inicial: 52.05;2.95 -> Nudo final: 52.05;39.05]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
	Arm. horz. der.	19.24	-123.83	-3.29	8.77	110.83	33.83	8.01	---	---
	Arm. vert. izq.	4.36	-121.06	-3.48	-10.44	168.27	21.25	0.38	---	---
	Arm. horz. izq.	1.89	-112.20	-82.78	-21.20	10.79	74.48	-5.24	---	---
	Hormigón	12.99	-121.06	-3.48	-10.44	168.27	21.25	0.38	---	---
	Arm. transve.	4.07	-136.37	-26.60	-3.07	---	---	---	-83.37	0.16

Muro M10: Longitud: 3610 cm [Nudo inicial: 26.50;2.95 -> Nudo final: 26.50;39.05]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Forjado 1 (e=50.0 cm)	Arm. vert. der.	2.92	-303.73	-38.37	-0.06	-68.16	-8.61	-0.51	---	---
	Arm. horz. der.	1.46	-70.15	-145.29	-35.88	1.75	-38.54	1.78	---	---
	Arm. vert. izq.	2.67	-249.10	-31.47	-0.04	68.16	8.61	0.51	---	---
	Arm. horz. izq.	1.34	-73.54	-120.88	40.21	5.96	38.42	-2.63	---	---
	Hormigón	8.59	-303.73	-38.37	-0.06	-68.16	-8.61	-0.51	---	---
	Arm. transve.	2.35	-75.55	-75.62	-3.81	---	---	---	40.40	-26.00

Muro M11: Longitud: 3610 cm [Nudo inicial: 0.95;2.95 -> Nudo final: 0.95;39.05]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Forjado 1 (e=50.0 cm)	Arm. vert. der.	4.36	-120.90	-3.42	-9.74	-168.29	-21.26	-0.29	---	---
	Arm. horz. der.	1.76	-134.52	-106.90	-13.36	-13.73	-62.66	8.53	---	---
	Arm. vert. izq.	75.40	-121.46	-1.73	7.95	-166.80	-21.07	-6.40	---	---
	Arm. horz. izq.	18.08	-101.03	-1.28	-2.42	-120.32	-21.34	14.90	---	---
	Hormigón	12.99	-120.90	-3.42	-9.74	-168.29	-21.26	-0.29	---	---
	Arm. transve.	4.09	-135.26	-26.45	-3.40	---	---	---	83.79	1.22

Muro M12: Longitud: 5110 cm [Nudo inicial: 0.95;2.95 -> Nudo final: 52.05;2.95]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Forjado 1 (e=50.0 cm)	Arm. vert. der.	97.46	-137.62	-14.84	10.52	235.04	29.69	1.50	---	---
	Arm. horz. der.	23.43	-140.19	-25.31	-24.62	173.55	41.64	-8.03	---	---
	Arm. vert. izq.	5.95	-137.62	-14.84	10.52	235.04	29.69	1.50	---	---
	Arm. horz. izq.	2.07	-140.23	-113.74	-23.12	9.41	76.22	-1.58	---	---
	Hormigón	17.56	-137.62	-14.84	10.52	235.04	29.69	1.50	---	---
	Arm. transve.	4.17	-192.15	-30.68	46.05	---	---	---	-85.02	7.15

11.4.- SUMATORIO DE ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS Y PLANTA

Sólo se tienen en cuenta los esfuerzos de pilares, muros y pantallas, por lo que, si la obra tiene vigas con vinculación exterior, vigas inclinadas, diagonales o estructuras 3D integradas, los esfuerzos de dichos elementos no se muestran en el siguiente listado.

Este listado es de utilidad para conocer las cargas actuantes por encima de la cota de la base de los soportes sobre una planta, por lo que para casos tales como pilares apeados traccionados, los esfuerzos de dichos pilares tendrán la influencia no sólo de las cargas por encima sino también la de las cargas que recibe de plantas inferiores.

Resumido

Valores referidos al origen (X=0.00, Y=0.00)								
Planta	Cota (m)	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
Cimentación	-6.00	Peso propio	29232	774650	613874	-0.0	-0.0	0.0
		Cargas muertas	0.0	7476.0	2.0	4426.8	-0.0	-92966
		TIERRAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		AGUA 1	0.0	-7476	0.0	-4427	-0.0	92967
		AGUA 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Sobrecarga (Uso B)	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.0
		Sobrecarga (Uso G2)	14758	391078	309911	0.0	-0.0	0.0
		Q 1 (Uso B)	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0
		N 1	553.4	14665	11622	0.0	-0.0	0.0

12.- COMPROBACIONES E.L.U.

12.1.- Pilares

P1

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Forjado 1 (-6 - 0 m)	50x50	Cabeza	Cumple	Cumple	1.8	57.4	57.4	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2335.6	-9.6	8.2	-3.4	3.0	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2355.0	-12.7	2.5	-1.5	3.9	
		-1 m	Cumple	Cumple	1.8	58.6	58.6	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2381.2	7.1	-10.3	-3.4	3.0	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2400.5	8.6	-5.6	-1.5	3.9	
		-5.4 m	Cumple	Cumple	1.8	58.6	58.6	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2381.2	7.1	-10.3	-3.4	3.0	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2400.5	8.6	-5.6	-1.5	3.9	
		Pie	Cumple	Cumple	1.8	58.6	58.6	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2381.2	7.1	-10.3	-3.4	3.0	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2400.5	8.6	-5.6	-1.5	3.9	
Cimentación	50x50	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	0.4	58.6	58.6	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2381.2	7.1	-10.3	-3.4	3.0	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2400.5	8.6	-5.6	-1.5	3.9	
Notas: <sup>(1)</sup> La comprobación no procede <sup>(2)</sup> 1.35·PP+1.35·CM+TIERRAS+1.35·AGUA1+AGUA2+1.05·Qa(B)+1.5·Qa(G2)+0.75·N1 <sup>(3)</sup> 1.35·PP+1.35·CM+TIERRAS+1.35·AGUA1+AGUA2+1.5·Qa(G2)+0.75·N1															

P2

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Forjado 1 (-6 - 0 m)	50x50	Cabeza	Cumple	Cumple	2.3	55.5	55.5	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2246.9	-10.1	-13.8	4.9	3.2	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2274.7	-13.3	-8.5	3.4	4.0	
		-1 m	Cumple	Cumple	2.3	56.6	56.6	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2292.4	7.4	12.9	4.9	3.2	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2320.2	8.9	10.4	3.4	4.0	
		-5.4 m	Cumple	Cumple	2.3	56.6	56.6	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2292.4	7.4	12.9	4.9	3.2	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2320.2	8.9	10.4	3.4	4.0	
		Pie	Cumple	Cumple	2.3	56.6	56.6	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2292.4	7.4	12.9	4.9	3.2	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2320.2	8.9	10.4	3.4	4.0	
Cimentación	50x50	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	0.5	56.6	56.6	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2292.4	7.4	12.9	4.9	3.2	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2320.2	8.9	10.4	3.4	4.0	
Notas: <sup>(1)</sup> La comprobación no procede <sup>(2)</sup> 1.35·PP+1.35·CM+TIERRAS+1.35·AGUA1+AGUA2+1.05·Qa(B)+1.5·Qa(G2)+1.05·Q1(B)+0.75·N1 <sup>(3)</sup> 1.35·PP+1.35·CM+TIERRAS+AGUA1+AGUA2+1.5·Qa(G2)+1.05·Q1(B)+0.75·N1															



Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Forjado 1 (-6 - 0 m)	50x50	Cabeza	Cumple	Cumple	1.8	57.5	57.5	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2335.6	9.6	8.2	-3.4	-3.0	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2355.0	12.7	2.5	-1.5	-3.9	
		-1 m	Cumple	Cumple	1.8	58.5	58.5	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2381.2	-7.1	-10.3	-3.4	-3.0	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2400.5	-8.6	-5.6	-1.5	-3.9	
		-5.4 m	Cumple	Cumple	1.8	58.5	58.5	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2381.2	-7.1	-10.3	-3.4	-3.0	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2400.5	-8.6	-5.6	-1.5	-3.9	
		Pie	Cumple	Cumple	1.8	58.5	58.5	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2381.2	-7.1	-10.3	-3.4	-3.0	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2400.5	-8.6	-5.6	-1.5	-3.9	
Cimentación	50x50	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	0.4	58.5	58.5	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2381.2	-7.1	-10.3	-3.4	-3.0	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2400.5	-8.6	-5.6	-1.5	-3.9	
<b>Notas:</b> <sup>(1)</sup> La comprobación no procede <sup>(2)</sup> 1.35·PP+1.35·CM+TIERRAS+1.35·AGUA1+AGUA2+1.05·Qa(B)+1.5·Qa(G2)+0.75·N1 <sup>(3)</sup> 1.35·PP+1.35·CM+TIERRAS+1.35·AGUA1+AGUA2+1.5·Qa(G2)+0.75·N1															

P4

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Forjado 1 (-6 - 0 m)	50x50	Cabeza	Cumple	Cumple	2.2	55.6	55.6	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2246.8	10.1	-13.8	4.9	-3.2	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2274.7	13.3	-8.5	3.4	-4.0	
		-1 m	Cumple	Cumple	2.2	56.6	56.6	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2292.3	-7.4	12.9	4.9	-3.2	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2320.2	-8.9	10.4	3.4	-4.0	
		-5.4 m	Cumple	Cumple	2.2	56.6	56.6	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2292.3	-7.4	12.9	4.9	-3.2	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2320.2	-8.9	10.4	3.4	-4.0	
		Pie	Cumple	Cumple	2.2	56.6	56.6	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2292.3	-7.4	12.9	4.9	-3.2	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2320.2	-8.9	10.4	3.4	-4.0	
Cimentación	50x50	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	0.5	56.6	56.6	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2292.3	-7.4	12.9	4.9	-3.2	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2320.2	-8.9	10.4	3.4	-4.0	
Notas: <sup>(1)</sup> La comprobación no procede <sup>(2)</sup> 1.35·PP+1.35·CM+TIERRAS+1.35·AGUA1+AGUA2+1.05·Qa(B)+1.5·Qa(G2)+1.05·Q1(B)+0.75·N1 <sup>(3)</sup> 1.35·PP+1.35·CM+TIERRAS+AGUA1+AGUA2+1.5·Qa(G2)+1.05·Q1(B)+0.75·N1															

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Forjado 1 (-6 - 0 m)	50x50	Cabeza	Cumple	Cumple	2.3	55.4	55.4	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2242.0	-10.1	14.4	-5.0	3.2	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2269.8	-13.3	9.0	-3.6	4.0	
		-1 m	Cumple	Cumple	2.3	56.5	56.5	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2287.5	7.4	-13.1	-5.0	3.2	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2315.3	8.9	-10.6	-3.6	4.0	
		-5.4 m	Cumple	Cumple	2.3	56.5	56.5	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2287.5	7.4	-13.1	-5.0	3.2	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2315.3	8.9	-10.6	-3.6	4.0	
		Pie	Cumple	Cumple	2.3	56.5	56.5	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2287.5	7.4	-13.1	-5.0	3.2	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2315.3	8.9	-10.6	-3.6	4.0	
Cimentación	50x50	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	0.5	56.5	56.5	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2287.5	7.4	-13.1	-5.0	3.2	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2315.3	8.9	-10.6	-3.6	4.0	
Notas: <sup>(1)</sup> La comprobación no procede <sup>(2)</sup> 1.35·PP+1.35·CM+TIERRAS+AGUA1+AGUA2+1.05·Qa(B)+1.5·Qa(G2)+1.05·Q1(B)+0.75·N1 <sup>(3)</sup> 1.35·PP+1.35·CM+TIERRAS+1.35·AGUA1+AGUA2+1.05·Qa(B)+1.5·Qa(G2)+0.75·N1															

P6

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Forjado 1 (-6 - 0 m)	50x50	Cabeza	Cumple	Cumple	1.8	57.4	57.4	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2337.0	-9.6	-8.4	3.4	3.0	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2356.3	-12.7	-2.6	1.5	3.9	
		-1 m	Cumple	Cumple	1.8	58.6	58.6	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2382.5	7.1	10.5	3.4	3.0	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2401.8	8.6	5.7	1.5	3.9	
		-5.4 m	Cumple	Cumple	1.8	58.6	58.6	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2382.5	7.1	10.5	3.4	3.0	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2401.8	8.6	5.7	1.5	3.9	
		Pie	Cumple	Cumple	1.8	58.6	58.6	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2382.5	7.1	10.5	3.4	3.0	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2401.8	8.6	5.7	1.5	3.9	
Cimentación	50x50	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	0.4	58.6	58.6	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2382.5	7.1	10.5	3.4	3.0	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2401.8	8.6	5.7	1.5	3.9	
<i>Notas:</i> <sup>(1)</sup> La comprobación no procede <sup>(2)</sup> 1.35·PP+1.35·CM+TIERRAS+AGUA1+AGUA2+1.5·Qa(G2)+1.05·Q1(B)+0.75·N1 <sup>(3)</sup> 1.35·PP+1.35·CM+TIERRAS+AGUA1+AGUA2+1.5·Qa(G2)+0.75·N1															

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Forjado 1 (-6 - 0 m)	50x50	Cabeza	Cumple	Cumple	2.3	55.5	55.5	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2241.9	10.1	14.4	-5.0	-3.2	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2269.8	13.3	9.0	-3.6	-4.0	
		-1 m	Cumple	Cumple	2.3	56.5	56.5	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2287.4	-7.4	-13.1	-5.0	-3.2	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2315.3	-8.9	-10.6	-3.6	-4.0	
		-5.4 m	Cumple	Cumple	2.3	56.5	56.5	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2287.4	-7.4	-13.1	-5.0	-3.2	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2315.3	-8.9	-10.6	-3.6	-4.0	
		Pie	Cumple	Cumple	2.3	56.5	56.5	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2287.4	-7.4	-13.1	-5.0	-3.2	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2315.3	-8.9	-10.6	-3.6	-4.0	
Cimentación	50x50	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	0.5	56.5	56.5	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2287.4	-7.4	-13.1	-5.0	-3.2	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2315.3	-8.9	-10.6	-3.6	-4.0	

Notas:

<sup>(1)</sup> La comprobación no procede

<sup>(2)</sup> 1.35·PP+1.35·CM+TIERRAS+AGUA1+AGUA2+1.05·Qa(B)+1.5·Qa(G2)+1.05·Q1(B)+0.75·N1

<sup>(3)</sup> 1.35·PP+1.35·CM+TIERRAS+1.35·AGUA1+AGUA2+1.05·Qa(B)+1.5·Qa(G2)+0.75·N1

P8

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Forjado 1 (-6 - 0 m)	50x50	Cabeza	Cumple	Cumple	1.8	57.6	57.6	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2336.9	9.6	-8.4	3.4	-3.0	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2356.3	12.7	-2.6	1.5	-3.9	
		-1 m	Cumple	Cumple	1.8	58.6	58.6	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2382.5	-7.1	10.5	3.4	-3.0	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2401.8	-8.6	5.7	1.5	-3.9	
		-5.4 m	Cumple	Cumple	1.8	58.6	58.6	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2382.5	-7.1	10.5	3.4	-3.0	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2401.8	-8.6	5.7	1.5	-3.9	
		Pie	Cumple	Cumple	1.8	58.6	58.6	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2382.5	-7.1	10.5	3.4	-3.0	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2401.8	-8.6	5.7	1.5	-3.9	
Cimentación	50x50	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	0.4	58.6	58.6	G, H, Q, N <sup>(2)</sup>	Q	2382.5	-7.1	10.5	3.4	-3.0	Cumple
								G, H, Q, N <sup>(3)</sup>	N,M	2401.8	-8.6	5.7	1.5	-3.9	
Notas:															
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede															
<sup>(2)</sup> 1.35·PP+1.35·CM+TIERRAS+AGUA1+AGUA2+1.5·Qa(G2)+1.05·Q1(B)+0.75·N1															
<sup>(3)</sup> 1.35·PP+1.35·CM+TIERRAS+AGUA1+AGUA2+1.5·Qa(G2)+0.75·N1															



12.1.- Vigas cimentación

Cimentación

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T <sub>c</sub>	T <sub>st</sub>	T <sub>sl</sub>	TNM <sub>x</sub>	TV <sub>x</sub>	TV <sub>y</sub>	TV <sub>xSt</sub>	TV <sub>ySt</sub>	T,Geom.	T,Disp. <sub>sl</sub>	T,Disp. <sub>st</sub>	
B24 - B23	Cumple	'0.000 m' Cumple	'24.000 m' h = 20.6	'B23' h = 5.6	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b> h = 20.6
B22 - B20	Cumple	'0.000 m' Cumple	'25.375 m' h = 23.5	'B22' h = 5.4	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b> h = 23.5
B25 - B21	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.250 m' h = 3.8	'B21' h = 2.7	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b> h = 3.8

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)																Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T <sub>c</sub>	T <sub>st</sub>	T <sub>sl</sub>	TNM <sub>x</sub>	TV <sub>x</sub>	TV <sub>y</sub>	TV <sub>x</sub> St	TV <sub>y</sub> St	T,Geom.	T,Disp. <sub>sl</sub>	T,Disp. <sub>st</sub>	-	
B24 - B22	Cumple	'0.000 m' h = 20.1	'0.000 m' h = 20.1	'B24' h = 5.0	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> <b>h = 21.4</b>
B23 - B20	Cumple	'0.000 m' Cumple	'35.000 m' h = 20.6	'B20' h = 21.4	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> <b>h = 21.4</b>

Notación:  
Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras  
Arm.: Armadura mínima y máxima  
Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)  
N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)  
T<sub>c</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.  
T<sub>st</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.  
T<sub>sl</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.  
TNM<sub>x</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X.  
TV<sub>x</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua  
TV<sub>y</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua  
TV<sub>xSt</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma.  
TV<sub>ySt</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.  
T,Geom.: Estado límite de agotamiento por torsión. Relación entre las dimensiones de la sección.  
T,Disp.<sub>sl</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.  
T,Disp.<sub>st</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.  
x: Distancia al origen de la barra  
h: Coeficiente de aprovechamiento (%)  
N.P.: No procede  
-: -

Comprobaciones que no proceden (N.P.):  
<sup>(1)</sup> La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.  
<sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre torsión y esfuerzos normales.  
<sup>(3)</sup> No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Errores:  
<sup>(1)</sup> No cumple: 'Armadura mínima y máxima' (Armado longitudinal)

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)							Estado
	$s_c$	$W_{k,C,sup.}$	$W_{k,C,Lat.Der.}$	$W_{k,C,inf.}$	$W_{k,C,Lat.Izq.}$	$s_{sr}$	$V_{fis}$	
B24 - B23	x: 0.25 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	Cumple	CUMPLE
B22 - B20	x: 0.5 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	Cumple	CUMPLE
B25 - B21	x: 34.75 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m Cumple	CUMPLE

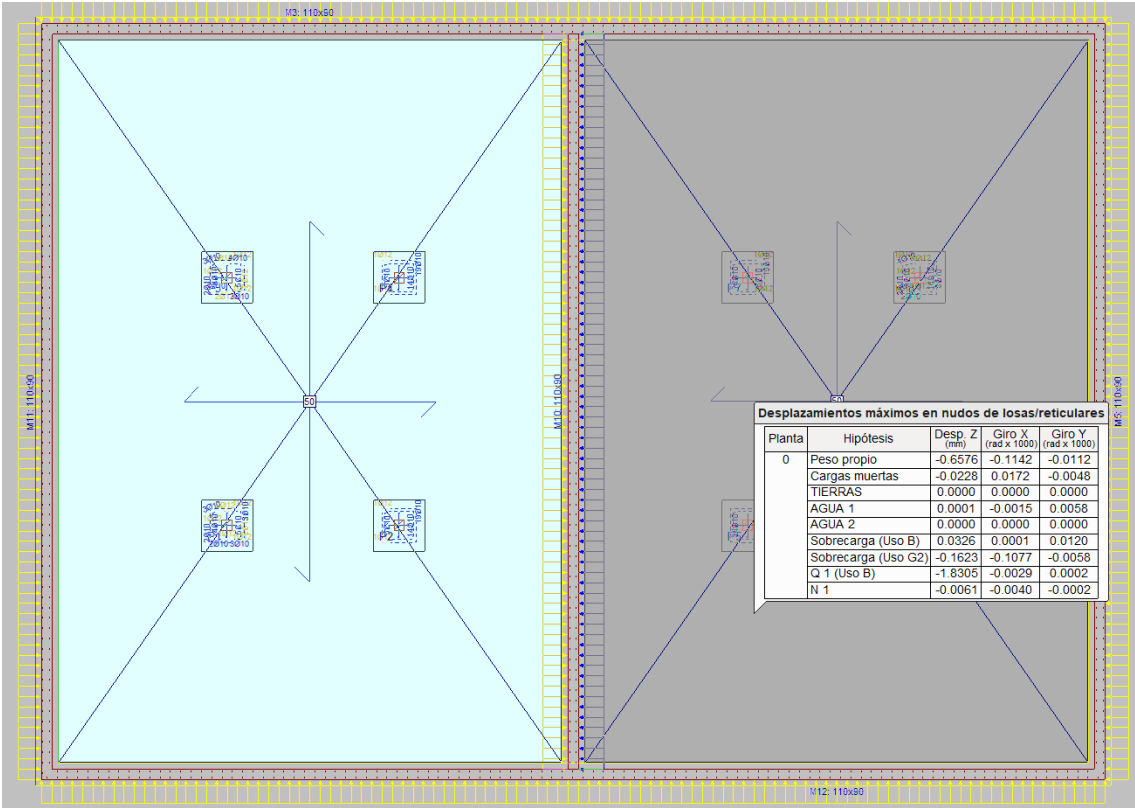
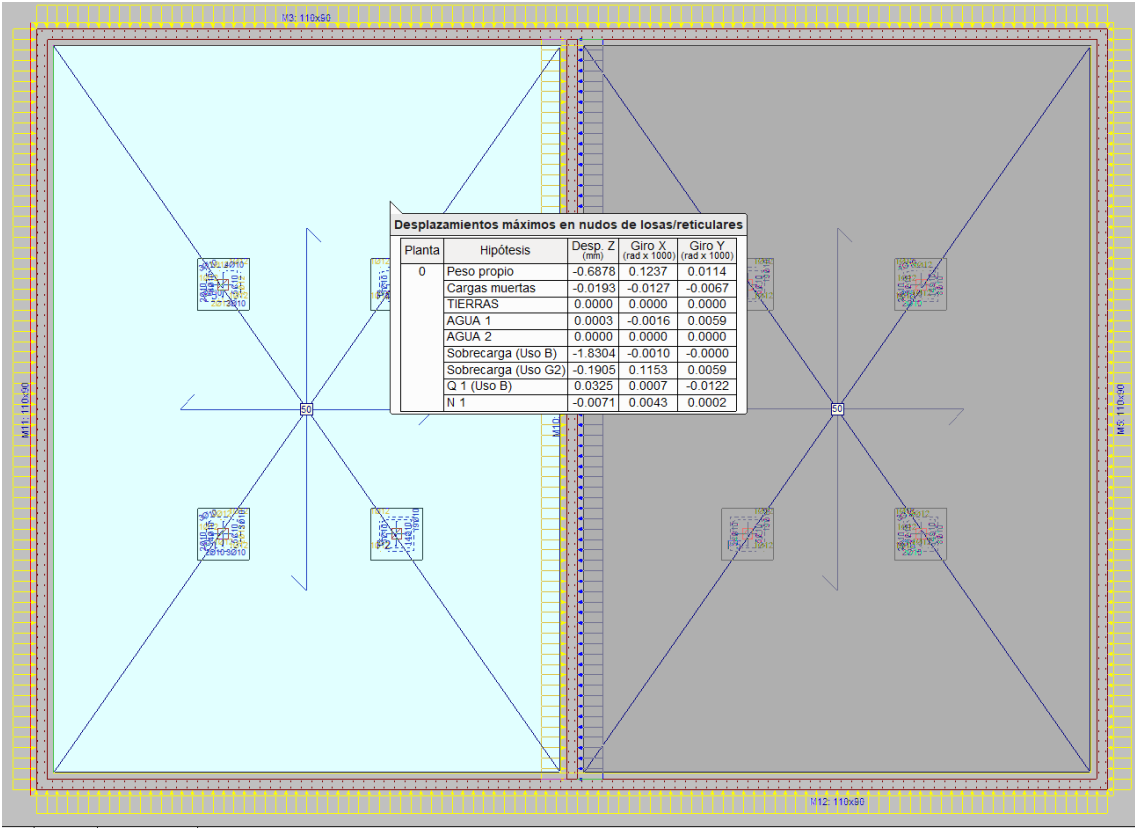
Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)								Estado
	$s_c$	$W_{k,C,sup.}$	$W_{k,C,Lat.Der.}$	$W_{k,C,inf.}$	$W_{k,C,Lat.Izq.}$	$s_{sr}$	$V_{fis}$	-	
B24 - B22	x: 0.5 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE
B23 - B20	x: 0 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	CUMPLE

Notación:  
 $s_c$ : Fisuración por compresión  
 $W_{k,C,sup.}$ : Fisuración por tracción: Cara superior  
 $W_{k,C,Lat.Der.}$ : Fisuración por tracción: Cara lateral derecha  
 $W_{k,C,inf.}$ : Fisuración por tracción: Cara inferior  
 $W_{k,C,Lat.Izq.}$ : Fisuración por tracción: Cara lateral izquierda  
 $s_{sr}$ : Área mínima de armadura  
 $V_{fis}$ : Fisuración por cortante  
 $x$ : Distancia al origen de la barra  
 $h$ : Coeficiente de aprovechamiento (%)  
 $N.P.$ : No procede  
-: -

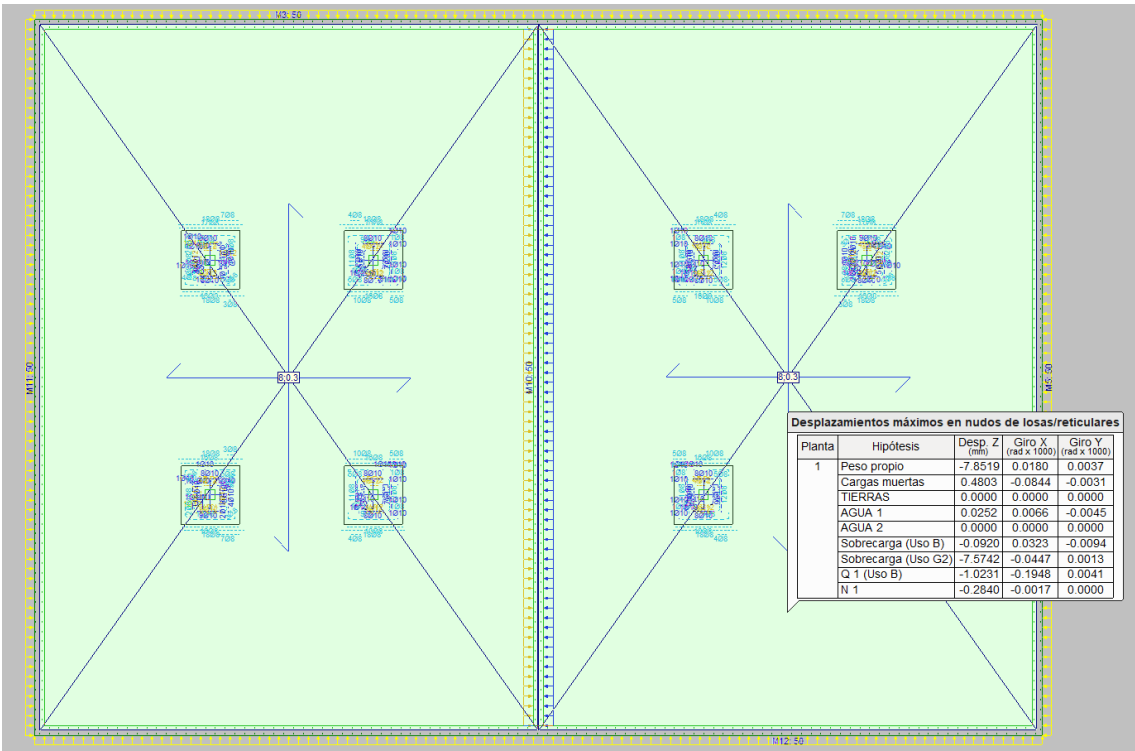
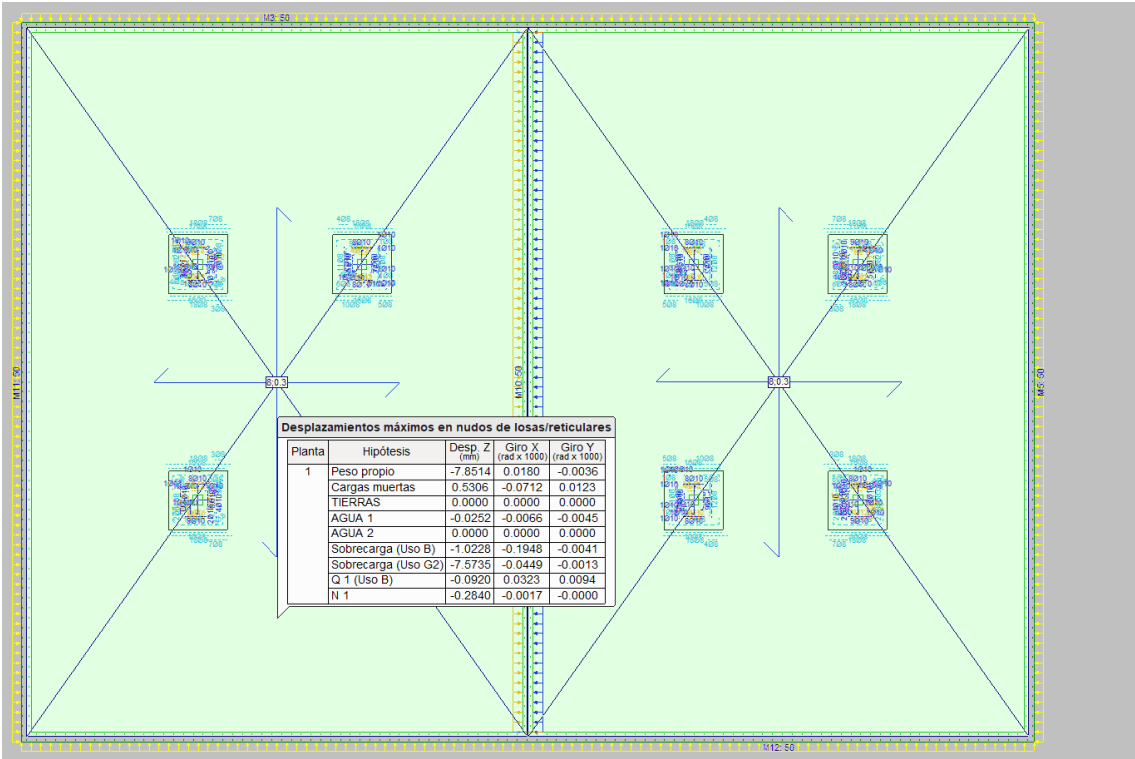
Comprobaciones que no proceden (N.P.):  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que la tensión de tracción máxima en el hormigón no supera la resistencia a tracción del mismo.  
<sup>(2)</sup> No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

13.- MÁXIMOS DESPLAZAMIENTOS EN LOSAS

13.1.- Losa cimentación









## CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL FILTRO

- 1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA
- 2.- NORMAS CONSIDERADAS
- 3.- ACCIONES CONSIDERADAS
  - 3.1.- Gravitatorias
  - 3.2.- Viento
  - 3.3.- Sismo
  - 3.4.- Hipótesis de carga
  - 3.5.- Leyes de presiones sobre muros
  - 3.6.- Listado de cargas
- 4.- ESTADOS LÍMITE
- 5.- SITUACIONES DE PROYECTO
  - 5.1.- Coeficientes parciales de seguridad (g) y coeficientes de combinación (y)
- 6.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS
- 7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS
  - 7.1.- Muros
- 8.- LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN
- 9.- MATERIALES UTILIZADOS
  - 9.1.- Hormigones
  - 9.2.- Aceros por elemento y posición
- 10.- TENSIONES BAJO VIGA DE CIMENTACIÓN
- 11.-ESFUERZOS
  - 11.1.- RESULTADO FASES
  - 11.2.- COMBINACIONES
  - 11.3.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y RESISTENCIA
- 12.- COMPROBACIONES E.L.U.
- 13.- MAXIMOS DESPLAZAMIENTOS EN LOSAS

### 1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA

Versión: 2019

### 2.- NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: EHE-08

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

**Categoría de uso:** G2. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento

### 3.- ACCIONES CONSIDERADAS

#### 3.1.- Gravitatorias

Planta	S.C.U (kN/m <sup>2</sup> )	Cargas muertas (kN/m <sup>2</sup> )
Forjado 1	0.0	0.0
Cimentación	0.0	0.0

#### 3.2.- Viento

Sin acción de viento



## CÁLCULOS ESTRUCTURALES

### 3.3.- Sismo

Sin acción de sismo

### 3.4.- Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso
-------------	--

### 3.5.- Leyes de presiones sobre muros

Empujes del terreno			
Referencia	Hipótesis	Descripción	Muro
EMPUJE FILTRO	Cargas muertas	Con relleno: Cota 5.50 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 18.00 kN/m <sup>3</sup> Densidad sumergida 11.00 kN/m <sup>3</sup> Ángulo rozamiento interno 30.00 Grados Evacuación por drenaje 100.00 %	M1, M3, M2, M5
EMPUJE TERRENO	Cargas muertas	Con relleno: Cota 3.00 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 18.00 kN/m <sup>3</sup> Densidad sumergida 11.00 kN/m <sup>3</sup> Ángulo rozamiento interno 30.00 Grados Evacuación por drenaje 100.00 %	M1, M3, M2, M5

### 3.6.- Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en kN, kN/m y kN/m<sup>2</sup>)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
Cimentación	Cargas muertas	Superficial	110.00	(-11.39,8.44) (-11.39,-7.15) (5.24,-7.15) (5.26,8.44)

### 4.- ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	

## 5.- SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Con coeficientes de combinación**

- **Sin coeficientes de combinación**

- Donde:

$G_k$  Acción permanente

$P_k$  Acción de pretensado

$Q_k$  Acción variable

$g_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$g_P$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$g_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$g_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$y_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$y_{a,i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

### 5.1.- Coeficientes parciales de seguridad (g) y coeficientes de combinación (y)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

**E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08**

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $y_p$ )	Acompañamiento ( $y_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000

**E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C**

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $y_p$ )	Acompañamiento ( $y_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.000

**Tensiones sobre el terreno**

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $y_p$ )	Acompañamiento ( $y_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

**Desplazamientos**

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $y_p$ )	Acompañamiento ( $y_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

## 6.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Forjado 1	1	Forjado 1	6.10	6.10
0	Cimentación				0.00

## 7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

### 7.1.- Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.

- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro					
Referencia	Tipo muro	GI-GF	Vértices		Plant a
			Inicial	Final	
M1	Muro de hormigón armado	0-1	(-11.57, -7.36)	(-11.57, 8.14)	1
M3	Muro de hormigón armado	0-1	( 4.93, -7.36)	( 4.93, 8.14)	1
M2	Muro de hormigón armado	0-1	(-11.57, 8.14)	( 4.93, 8.14)	1
M5	Muro de hormigón armado	0-1	(-11.57, -7.36)	( 4.93, -7.36)	1

Zapata del muro





Referencia	Zapata del muro	
M1	Viga de cimentación: 1.150 x 0.600 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.70 canto:0.60  -Situaciones persistentes: 0.245 MPa -Situaciones accidentales: 0.368 MPa Módulo de balasto: 54900.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M3	Viga de cimentación: 1.150 x 0.600 Vuelos: izq.:0.70 der.:0.00 canto:0.60  -Situaciones persistentes: 0.245 MPa -Situaciones accidentales: 0.368 MPa Módulo de balasto: 54900.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M2	Viga de cimentación: 1.150 x 0.600 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.70 canto:0.60  -Situaciones persistentes: 0.245 MPa -Situaciones accidentales: 0.368 MPa Módulo de balasto: 54900.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M5	Viga de cimentación: 1.150 x 0.600 Vuelos: izq.:0.70 der.:0.00 canto:0.60  -Situaciones persistentes: 0.245 MPa -Situaciones accidentales: 0.368 MPa Módulo de balasto: 54900.00 kN/m³	Tensiones admisibles

## 8.- LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

Losas cimentación	Canto (cm)	Módulo balasto (kN/m³)	Tensión admisible en situaciones persistentes (MPa)	Tensión admisible en situaciones accidentales (MPa)
Todas	60	33700.00	0.245	0.368

## 9.- MATERIALES UTILIZADOS

### 9.1.- Hormigones

Elemento	Hormigón	f <sub>ck</sub> (MPa)	g <sub>c</sub>	Naturaleza	Árido Tamaño máximo (mm)	E <sub>c</sub> (MPa)
Todos	HA-30	30	1.50	Cuarcita	20	27264

## 9.2.- Aceros por elemento y posición

### 9.2.1.- Aceros en barras

Elemento	Acero	f <sub>yk</sub> (MPa)	g <sub>s</sub>
Todos	B 500 S	500	1.15

## 10.- TENSIONES BAJO VIGA DE CIMENTACIÓN

### 10.1.- Losa cimentación

Tensión admisible en situaciones persistentes: 0.245 MPa

Tensión admisible en situaciones accidentales: 0.368 MPa

Situaciones persistentes o transitorias					
Viga			Tensión media (MPa)	Tensión en bordes (MPa)	Estado
Pórtico	Tramo	Dimensión			
1	B6-B7	M5: 115x60	0.187	0.187	Cumple
2	B4-B5	M2: 115x60	0.210	0.212	Cumple
3	B6-B4	M1: 115x60	0.189	0.189	Cumple
4	B7-B5	M3: 115x60	0.210	0.212	Cumple

## 11.-ANÁLISIS DE MUROS

### 11.1.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE

#### CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.60	5.89	0.06	0.00	0.30	0.98
-1.21	11.87	3.22	0.76	2.12	6.97
-1.82	17.85	11.15	4.90	3.94	12.95
-2.43	23.84	23.83	15.33	5.76	18.93
-3.04	29.82	41.27	34.94	7.58	24.92
-3.65	35.81	63.47	66.64	9.40	30.90
-4.26	41.79	90.31	113.33	11.22	35.32
-4.87	47.77	119.25	177.19	13.04	35.32
-5.48	53.76	149.29	259.04	14.86	35.32
-6.09	59.74	180.45	359.56	16.67	35.32
Máximos	59.84	180.97	361.36	16.70	35.32
	Cota: -6.10 m	Cota: -6.10 m	Cota: -6.10 m	Cota: -6.10 m	Cota: -4.11 m

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m

11.2.- COMBINACIONES

HIPÓTESIS		
1 - Carga permanente		
2 - Empuje de tierras		

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

Combinación	Hipótesis	
	1	2
1	1.00	1.00
2	1.35	1.00
3	1.00	1.50
4	1.35	1.50

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

Combinación	Hipótesis	
	1	2
1	1.00	1.00

11.3.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: FILTRO		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 1846.2 kN/m Calculado: 271.4 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 3.7 cm	
-Trasdós:	Calculado: 18.4 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 18.8 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
-Trasdós:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple

Referencia: Muro: FILTRO		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.001	
-Trasdós (-6.10 m):	Calculado: 0.00251	Cumple
-Intradós (-6.10 m):	Calculado: 0.00141	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal &gt; 20% Cuantía vertical)</i>		
-Trasdós:	Mínimo: 0.00209 Calculado: 0.00251	Cumple
-Intradós:	Mínimo: 0.00018 Calculado: 0.00141	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0009	
-Trasdós (-6.10 m):	Calculado: 0.01047	Cumple
-Trasdós (-3.60 m):	Calculado: 0.00523	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00153	
-Trasdós (-6.10 m):	Calculado: 0.01047	Cumple
-Trasdós (-3.60 m):	Calculado: 0.00523	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.00027	
-Intradós (-6.10 m):	Calculado: 0.00094	Cumple
-Intradós (-3.60 m):	Calculado: 0.00094	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.3</i>	Calculado: 0.00094	
-Intradós (-6.10 m):	Mínimo: 2e-005	Cumple
-Intradós (-3.60 m):	Mínimo: 1e-005	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 3.7 cm	
-Trasdós, vertical:	Calculado: 4.5 cm	Cumple
-Intradós, vertical:	Calculado: 27.6 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
-Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 30 cm	Cumple



Referencia: Muro: FILTRO		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1</i>	Máximo: 239.5 kN/m Calculado: 233.6 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: <i>Norma EHE-08. Artículo 49.2.3</i>	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0.262 mm	Cumple
Longitud de solapes: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.5.2</i> -Base trasdós:  -Base intradós:	Mínimo: 1.08 m Calculado: 1.1 m  Mínimo: 0.3 m Calculado: 0.5 m	Cumple  Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i> -Trasdós:  -Intradós:	Mínimo: 30 cm Calculado: 30 cm  Mínimo: 0 cm Calculado: 31 cm	Cumple  Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>	Mínimo: 4 cm <sup>2</sup> Calculado: 4 cm <sup>2</sup>	Cumple



12.- COMPROBACIONES E.L.U.

12.1.- Losa cimentación

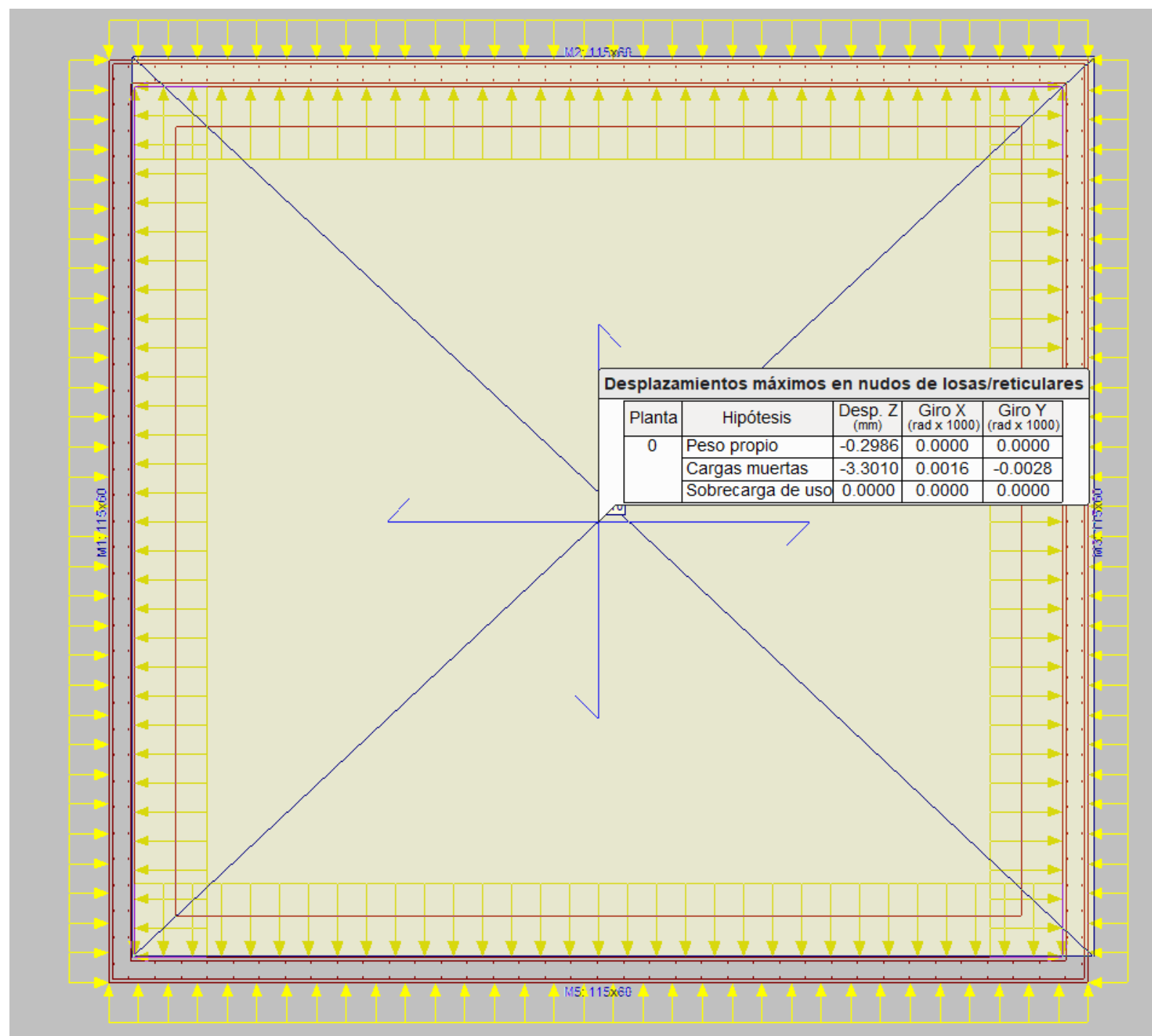
Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)																Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T <sub>c</sub>	T <sub>st</sub>	T <sub>sl</sub>	TNM <sub>x</sub>	TV <sub>x</sub>	TV <sub>y</sub>	TV <sub>xSt</sub>	TV <sub>ySt</sub>	T,Geom.	T,Disp.sl	T,Disp.st	-	
B6 - B7	Cumple	'0.000 m' Cumple	'14.575 m' h = 21.9	'B6' h = 6.9	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> <b>h = 21.9</b>
B6 - B4	Cumple	'0.000 m' Cumple	'13.575 m' h = 21.9	'B6' h = 7.1	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> <b>h = 21.9</b>

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T <sub>c</sub>	T <sub>st</sub>	T <sub>sl</sub>	TNM <sub>x</sub>	TV <sub>x</sub>	TV <sub>y</sub>	TV <sub>x</sub> st	TV <sub>y</sub> st	T,Geom.	T,Disp. <sub>sl</sub>	T,Disp. <sub>st</sub>	
B4 - B5	Cumple	'0.000 m' Cumple	'14.575 m' h = 24.0	'B4' h = 13.3	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE h = 24.0</b>
B7 - B5	Cumple	'0.000 m' Cumple	'13.575 m' h = 24.4	'B7' h = 31.6	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE h = 31.6</b>



### 13.- MÁXIMOS DESPLAZAMIENTOS EN LOSAS

#### 13.1.- Losa cimentación





ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 12:**  
**ELEMENTOS SINGULARES DE LA RED**

## **ANEJO Nº12**

### **ELEMENTOS SINGULARES DE LA RED**





## ÍNDICE

1. Introducción.....	1
2. Valvulería.....	1
3. Caudalímetros.....	2
4. Uniones.....	2
5. Estación de bombeo.....	3



## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se hace una descripción de los elementos singulares de la red proyectada así como de los sistemas de control y tratamiento terciario.

Para la elaboración de este anejo se han seguido las recomendaciones de las siguientes fuentes:

- ITOGH-ABA-2/1 "Elementos singulares en sistemas de abastecimientos".
- EMASESA: "Instrucciones técnicas para redes de abastecimiento".
- Normas para Redes de Reutilización (Versión 2007), Canal de Isabel II.
- "Guía Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano", Centro de estudios Hidrográficos del CEDEX.

## 2. VALVULERÍA

### 2.1. Válvulas de seccionamiento

Se dispondrán válvulas de seccionamiento en distintos puntos de la red con el objetivo de aislar los tramos de red. Para ello se emplearán válvulas mariposa adaptadas al diámetro de la conducción. Se detectan necesidades en los efluentes de cada uno de las unidades del tratamiento terciario y la entrada y salida del depósito.

Según la Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión: *"Las longitudes usuales de los tramos de las tuberías a aislar mediante válvulas de seccionamiento son de unos 1000 a 5000 m en las grandes tuberías de transporte"*. Por lo tanto, no se instalarán en la conducción.

Se instalarán en la caseta de bombeo - cámara de llaves en cada una de las tuberías de entrada y salida, para poder aislar una o las dos cámaras del depósito cuando sea necesario acudir a su interior para revisiones o reparaciones (en el caso de que se cierren las dos válvulas de la tubería de entrada, se abrirá la tubería de bypass para conectarlas directamente con las tuberías de salida).

También se dispondrán en la conducción de desagüe de cada cámara.

Se dispondrán también en la caseta de bombeo, en la tubería de aducción de cada bomba.

#### 2.1.1. Válvulas de mariposa

Dentro de las válvulas de corte, aquellas que mejor trabajan para diámetros iguales o superiores a 300 mm son las válvulas de mariposa.

Las válvulas de mariposa deben cumplir con los requisitos de funcionamiento que figuran en la norma UNE-EN 1074-2:2000. En el caso de emplear materiales metálicos, además deben ser conforme a lo especificado por la norma UNE-EN 593:1998.

Están constituidas, básicamente, por un cuerpo, un obturador circular (lenteja o mariposa) y un mecanismo de maniobra. El obturador, que puede ser hueco o macizo, debe ser tal que las perturbaciones que produzca en el flujo del agua sean mínimas. Se recomienda que siempre dispongan de un indicador de posición del obturador que permita, en todo momento, conocer la situación del mismo.

El eje de giro puede ser único o constar de dos partes o semiejes y, asimismo, puede ser excéntrico o estar situado en el plano de simetría del obturador. Las maniobras de apertura y cierre se realizan por medio de un mecanismo de desmultiplicación. Las válvulas deben instalarse en arquetas, registros o cámaras con el eje o semiejes en posición horizontal. En el caso de válvulas con dos semiejes, deben montarse de forma

que éstos queden aguas arriba en relación a la mariposa. La unión de las válvulas se realiza, habitualmente, mediante bridas o con tornillos pasantes (unión tipo Wafer o Sandwich). En el caso de unión con bridas, ésta se efectúa por lo general intercalando un carrete de anclaje por un lado y un carrete de desmontaje por el otro.

El cuerpo de las válvulas debe ser, en general, de fundición dúctil, de acero moldeado o, si así lo acepta el proyecto de la tubería en particular, de fundición gris.

El obturador o lenteja, por su parte, se recomienda sea de acero inoxidable, de acero fundido o de fundición dúctil y los cojinetes sobre los que gira el eje, de bronce o politetrafluoretileno (teflón) sobre base de bronce.

#### 2.1.2. Válvulas de compuerta

Las válvulas de compuerta deben cumplir con los requisitos de funcionamiento que figuran la norma UNE-EN 1074-2:2000.

Están constituidas básicamente por un cuerpo, tapa, obturador, husillo o vástago y mecanismo de maniobra. El diseño de las válvulas de compuerta debe ser tal que sea posible desmontar y retirar el obturador sin necesidad de separar el cuerpo de la válvula de la tubería. Así mismo, debe ser posible sustituir o reparar los elementos de estanquidad del mecanismo de maniobra, estando la conducción en servicio, sin necesidad de desmontar la válvula ni el obturador.

La parte inferior del interior del cuerpo, en general, no debe tener acanaladuras, de forma que una vez abierta la válvula no haya obstáculo alguno en la sección de paso del agua, ni huecos donde puedan depositarse sólidos arrastrados por el agua.

La sección de paso debe ser como mínimo el 90% de la correspondiente al DN de la válvula, debiendo mantenerse en la reducción de sección perfiles circulares sin que existan aristas o resaltos.

La unión de las válvulas se realiza, habitualmente, mediante bridas. Ésta se efectúa, por lo general, intercalando un carrete de anclaje por un lado y un carrete de desmontaje por el otro. Las válvulas de compuerta pueden instalarse bien alojadas en cámaras o registros o arquetas, bien enterradas (en cuyo caso la arqueta que sirve de acceso al mecanismo de maniobra ha de ser fácilmente localizable) o bien a la intemperie.

Por último, los pernos o tornillos que unan las distintas partes del cuerpo se recomienda sean de fundición dúctil, si el cuerpo también lo fuera, o de acero cadmiado, en otro caso y las uniones de estanquidad eje-tapa y tapa-cuerpo de material elastómero.

Los carretes de desmontaje permiten variar su longitud apretando más o menos los tornillos de que están dotados, de manera que cuando se sustituye una válvula por otra de longitud diferente, el carrete permite acomodar la conducción a la nueva situación.

En particular para este último caso (válvulas de materiales metálicos), en general, es recomendable que el cuerpo y la tapa de las válvulas sean de fundición dúctil o, si así lo acepta el proyecto de la tubería, de acero moldeado o fundición gris. El obturador se recomienda sea de fundición dúctil o de acero inoxidable. En el primer caso, la fundición puede estar recubierta por un elastómero, garantizándose la estanquidad mediante compresión del mismo contra el interior del cuerpo. Si el obturador no estuviese recubierto, irá dotado de aros de bronce, los cuales asentarán sobre otros aros, también de bronce, fijados al cuerpo. El husillo y el mecanismo de maniobra, por su parte, deben ser de acero inoxidable, y la tuerca donde gira éste de bronce, latón o cobre de alta resistencia. La estanquidad del husillo se consigue con anillos de elastómero, no siendo recomendable en absoluto el uso de estopas o material análogo.



## 2.2. Ventosas y desagües

Se dispondrán desagües en todos los puntos bajos de la conducción para el vaciado de los distintos tramos, y para eliminar los posibles sedimentos de arenas y elementos finos arrastrados por las aguas conducidas.

Los desagües consisten básicamente en derivaciones situadas en la generatriz inferior de la tubería a desaguar, controladas mediante una válvula de seccionamiento y un tramo de tubería hasta llegar a la red de alcantarillado o punto de desagüe apropiado.

Para la evacuación del aire que queda en el interior de las conducciones se dispondrán de ventosas en los puntos altos de la conducción.

Las ventosas se accionarán mediante válvulas de seccionamiento tipo compuerta.

## 2.3. Válvulas antirretorno o de retención

Las válvulas antirretorno deben cumplir con los requisitos de funcionamiento que figuran en la norma UNE-EN 1074-3:2000.

Están constituidas, básicamente, por un cuerpo y un elemento de cierre (clapeta) unido a éste mediante un eje de giro o de traslación. Estas válvulas admiten diferentes diseños.

Por ejemplo, la clapeta, en posición de cierre, podrá quedar en un plano normal o inclinado en relación al eje de la tubería, pudiendo ser la misma de una pieza o de clapeta partida, o en lugar de este elemento disponer un disco desplazable en un eje centrado con el de la tubería, u otras disposiciones.

El cuerpo de la válvula debe estar dotado de una tapa sujeta con tornillos que permita la sustitución de la clapeta o la reparación de los cojinetes. El eje de giro puede estar situado en la periferia de la clapeta o atravesar ésta. Si el tamaño de la válvula u otras características así lo aconsejan, la válvula debe estar dotada de contrapeso exterior que podrá estar acompañado de amortiguadores.

En general, la unión de las válvulas a la tubería se realiza mediante bridas.

En cuanto a los materiales constitutivos de estas válvulas, en general, el cuerpo de las mismas ha de ser de fundición dúctil, acero moldeado o, si expresamente lo acepta el proyecto de la tubería en particular, de fundición gris. La clapeta se recomienda sea de fundición dúctil o acero inoxidable y los cojinetes del eje de giro de bronce.

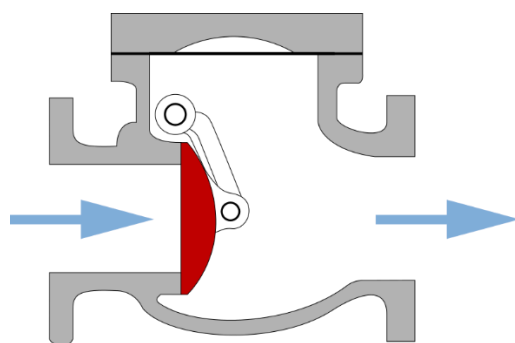


Figura 1. Sección de una válvula de retención de clapeta oscilante.

Las válvulas anti-retorno sean proyectado en aquellas tuberías conectadas a sistemas de bombeo para evitar golpes de ariete, principalmente en la línea de descarga de la bomba.

A mayores, se dispondrá de una válvula motorizada en cada de las tuberías de impulsión de las bombas. Estas son activadas como respuestas a las señales eléctricas que produce el controlador instalado en la caseta de bombeo. Se abre en el momento de arranque de la bomba y se cierra cuando se para.

## 2.4. Válvula de flotador

Se dispondrá una válvula de flotador a la entrada de las tuberías en el depósito, una en cada tubería de llenado, para controlar el nivel de agua de las cámaras.

La válvula flotador estará conectada a un sistema de control que envíe señales de manera inalámbrica al autómata de la caseta de bombeo, de manera que las válvulas de control de las bombas se cierren cuando se alcance la altura máxima del depósito.

## 3. CAUDALÍMETROS

Cada una de las líneas de entrada y salida estarán dotadas de un caudalímetro con un registrador.

## 4. UNIONES

### 4.1. Unión *standard*

La junta *standard* es una junta automática. La estanqueidad en la unión tubo-accesorio se logra mediante la compresión radial de un anillo de junta de elastómero.

Sus características principales son:

- Facilidad y rapidez de instalación.
- Resistencia a altas presiones.
- Permite juego axial y por tanto la desviación angular de la canalización.

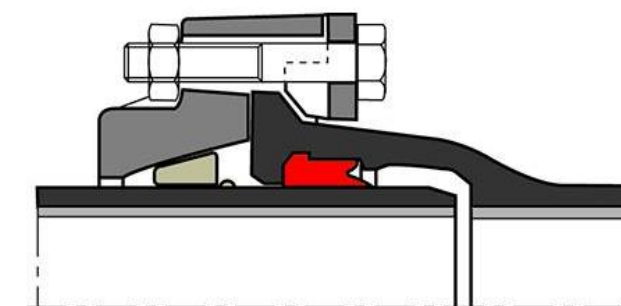
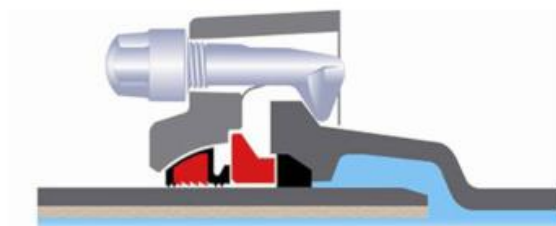


Figura 2. Junta *standard*.

### 4.2. Unión *express*

La junta *express* es una junta mecánica. La estanqueidad en la unión tubo - accesorio se logra mediante la compresión axial de un anillo de junta de elastómero a través de una contrabrida y bulones. Sus características principales son:

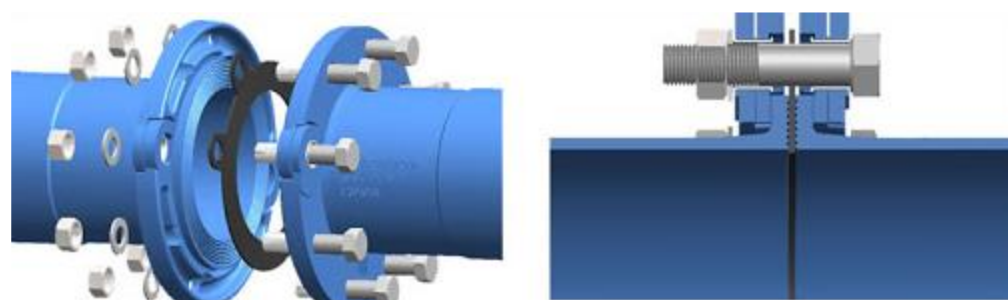
- Montaje sin esfuerzo de enchufado.
- Posibilidad de orientar las piezas.
- Permite juego axial y por tanto la desviación angular.



*Figura 3. Junta express.*

#### **4.3. Unión a bridas**

Se empleará este tipo de unión en la caseta de bombeo - cámara de llaves, depósito y pozos de registro, debido a la alta precisión que ofrece este sistema.



*Figura 3. Unión a bridas.*

### **5. CASETA DE BOMBEO**

#### **5.1. Bombas**

Las características del grupo de bombeo nº2 se han descrito en el Anejo nº9 de cálculos hidráulicos.

#### **5.2. Autómata**

Para el regular el funcionamiento de la caseta de bombeo para la obtención del caudal deseado en cada momento se dispondrá en la caseta de un autómata programable, uno por cada grupo de bombas. Cada uno de estos autómatas se ubicará en armarios de control, dentro de la propia caseta de bombeo.





ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 13:  
EXPROPIACIONES**

**ANEJO Nº13  
EXPROPIACIONES**

JOSÉ PAJARRÓN PUGA



## ÍNDICE

<b>1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Superficies a expropiar .....</b>	<b>1</b>
<b>3. Presupuesto de la expropiación .....</b>	<b>1</b>

### **Apéndice I**

PLANOS CATASTRALES

### **Apéndice II**

PLANOS PGOM 2013 – A CORUÑA

1.1. Hoja nº7

1.2. Hoja nº8

### **Apéndice III**

PLANO SIOSE DE USOS DEL SUELO



## **1. INTRODUCCIÓN**

Para la identificación de las áreas afectadas por las obras y el estudio de las expropiaciones y su coste se realizará, debido al carácter académico de este proyecto, una estimación aproximada a partir del área ocupada por las obras, en vez de la habitual identificación de las parcelas ocupadas total o parcialmente por las obras.

Se fijará un coste por metro cuadrado de expropiación acorde con la tipología del terreno.

No se considerarán los importes debidos a servidumbres de paso ni a ocupaciones temporales.

## **2. SUPERFICIES A EXPROPIAR**

Las conducciones discurren en su totalidad por zonas de dominio público. Solo en algunas zonas se invaden parcelas de dominio privado temporalmente para la ejecución de la obra y acopio provisional de materiales, ya que una vez finalizada la instalación de las tuberías se devolverá al estado original la parte del terreno ocupado al propietario de la parcela.

La parcela en la que se instala el depósito y la caseta es de dominio público, destinado en la actualidad a viales, propiedad del Ayuntamiento de A Coruña.

La parcela destinada a la construcción de la estación de tratamiento terciario es propiedad de EDAR BENS SA, empresa supramunicipal cuyos gestores son los ayuntamientos de A Coruña, Arteixo, Cambre, Culleredo y Oleiros, siendo el primero de ellos su principal gestor.

Los ayuntamientos mencionados ceden sus terrenos para la ejecución de las obras definidas en el presente proyecto, por lo que no es necesario realizar labores de expropiación.

Previamente al inicio de las obras los ayuntamientos aportarán un certificado de disponibilidad de terrenos.

## **3. PRESUPUESTO DE LA EXPROPIACIÓN**

Debido a la inexistencia de terrenos a expropiar, ya que únicamente habrá ocupaciones temporales, el coste de expropiación es nulo.

Por lo tanto: El presupuesto de expropiación es de **0€ (CERO EUROS)**.



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 13:  
EXPROPIACIONES**

**ANEJO Nº13**  
**EXPROPIACIONES**  
**Apéndice I**  
**PLANOS CATASTRALES**

JOSÉ PAJARRÓN PUGA





REFERENCIAS CATASTRALES DE LAS FINCAS AFECTADAS

15900A01400274	15900A01400615	15900A01400513
15900A01400273	15900A01400354	15900A01400403
15900A01400268	15900A01400617	15900A01400511
15900A01400269	15900A01400540	15900A01400584
15900A01400265	15900A01400618	15900A01400619
15900A01400642	15900A01400355	15900A01400357
15900A01409007	15900A01400426	15900A01400539
15900A01400640	15900A01400553	15900A01400353
15900A01400588	15900A01400554	15900A01400344
15900A01400599	15900A01400555	15900A01400605
15900A01400348	15900A01400512	15900A01400606

 ZONA DE ACTUACIÓN




TÍTULO DEL PROYECTO  
DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS  
EN A CORUÑA

SITUACIÓN  
MONTE SAN PEDRO Y PARQUE DE BENS, A CORUÑA

AUTOR DEL PROYECTO  
JOSÉ PAJARRÓN PUGA

PLANO  
CATASTRO

FIRMA  


ESCALA  
1:5.000

FECHA  
09 - 2020

PLANO  
Apéndice I



UNIVERSIDADE DA CORUÑA





ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

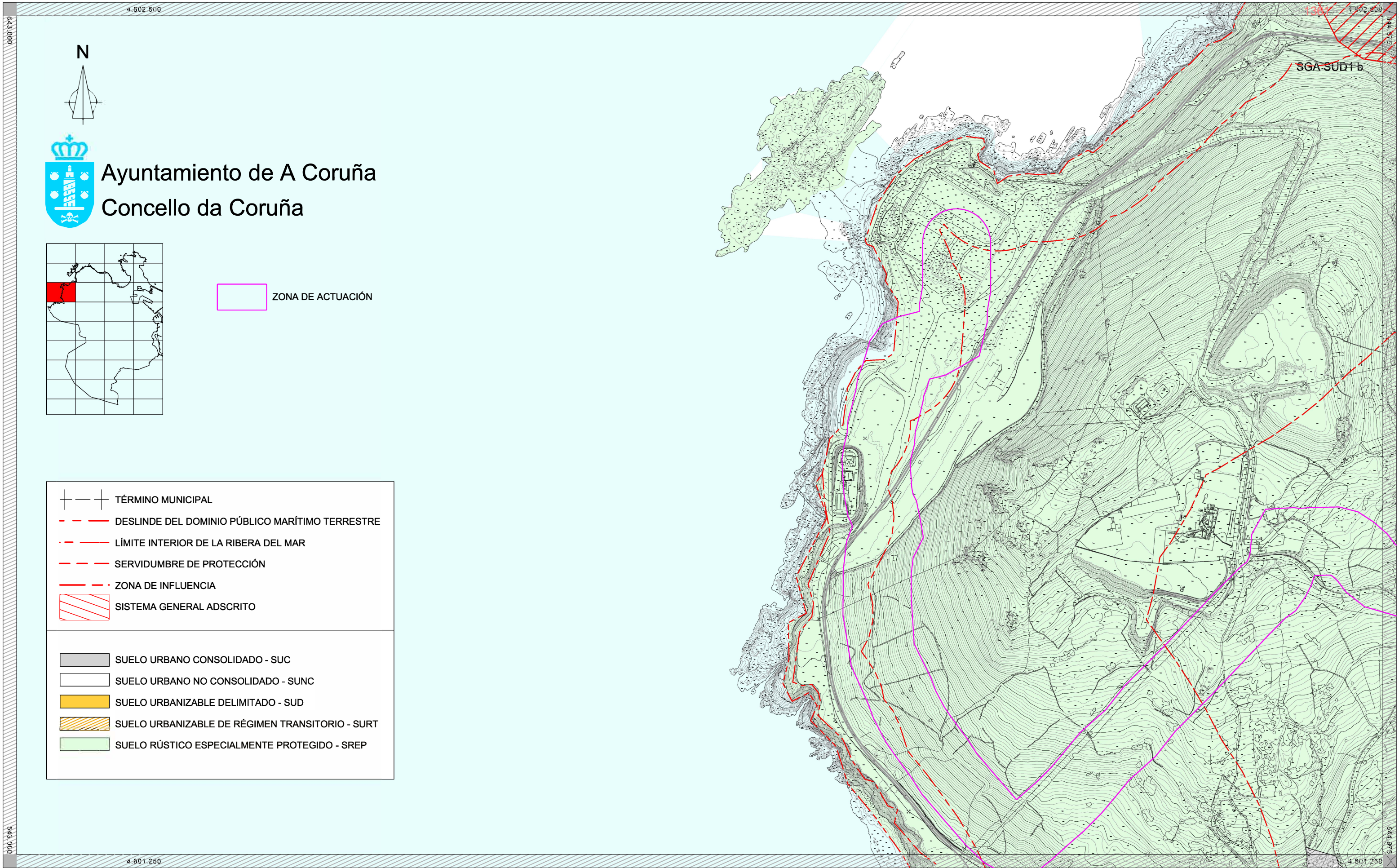
DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 13:  
EXPROPIACIONES**

**ANEJO Nº13**  
**EXPROPIACIONES**  
**Apéndice II**  
**PLANOS PGOM 2013**

JOSÉ PAJARRÓN PUGA





TÉRMINO MUNICIPAL

DESLINDE DEL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO TERRESTRE

LÍMITE INTERIOR DE LA RIBERA DEL MAR

SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN

ZONA DE INFLUENCIA

SISTEMA GENERAL ADSCRITO



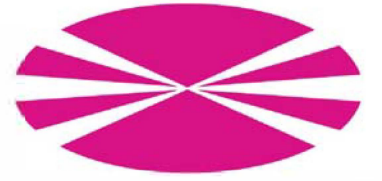
SUELO URBANO CONSOLIDADO - SUC

SUELO URBANO NO CONSOLIDADO - SUNC

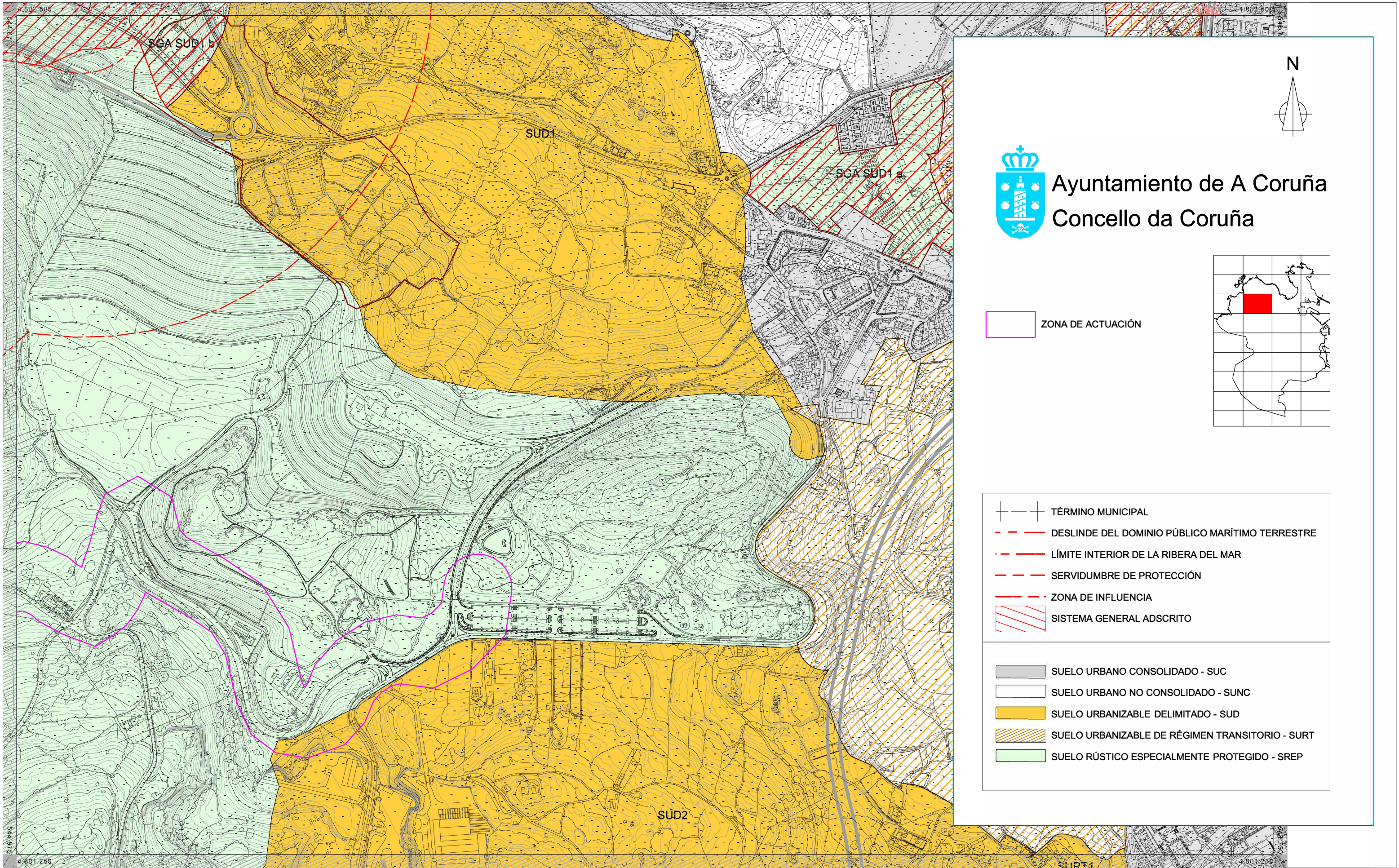
SUELO URBANIZABLE DELIMITADO - SUD

SUELO URBANIZABLE DE RÉGIMEN TRANSITORIO - SURT

SUELO RÚSTICO ESPECIALMENTE PROTEGIDO - SREP

	TÍTULO DEL PROYECTO DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA	AUTOR DEL PROYECTO JOSÉ PAJARRÓN PUGA	FIRMA 	FECHA 09 - 2020	 UNIVERSIDADE DA CORUÑA
	SITUACIÓN MONTE SAN PEDRO Y PARQUE DE BENS, A CORUÑA	PLANO PGOM 2013 A CORUÑA - HOJA 7	ESCALA 1:5.000	PLANO Apéndice II 1.1.	





Ayuntamiento de A Coruña  
Concello da Coruña

ZONA DE ACTUACIÓN

- + — + TÉRMINO MUNICIPAL
- - - DESLINDE DEL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO TERRESTRE
- · - · - LÍMITE INTERIOR DE LA RIBERA DEL MAR
- - - - - SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN
- · - · - ZONA DE INFLUENCIA
- [Hatched Box] SISTEMA GENERAL ADSCRITO

- [Grey Box] SUELO URBANO CONSOLIDADO - SUC
- [White Box] SUELO URBANO NO CONSOLIDADO - SUNC
- [Yellow Box] SUELO URBANIZABLE DELIMITADO - SUD
- [Orange Hatched Box] SUELO URBANIZABLE DE RÉGIMEN TRANSITORIO - SURT
- [Light Green Box] SUELO RÚSTICO ESPECIALMENTE PROTEGIDO - SREP



TÍTULO DEL PROYECTO  
**DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS  
EN A CORUÑA**

SITUACIÓN  
**MONTE SAN PEDRO Y PARQUE DE BENS, A CORUÑA**

AUTOR DEL PROYECTO  
**JOSÉ PAJARRÓN PUGA**

PLANO  
**PGOM 2013 A CORUÑA - HOJA 8**

FIRMA  
*José Pajarrón Puga*

FECHA  
**09 - 2020**

ESCALA  
**1:5.000**

PLANO  
**Apéndice II  
1.2.**







ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

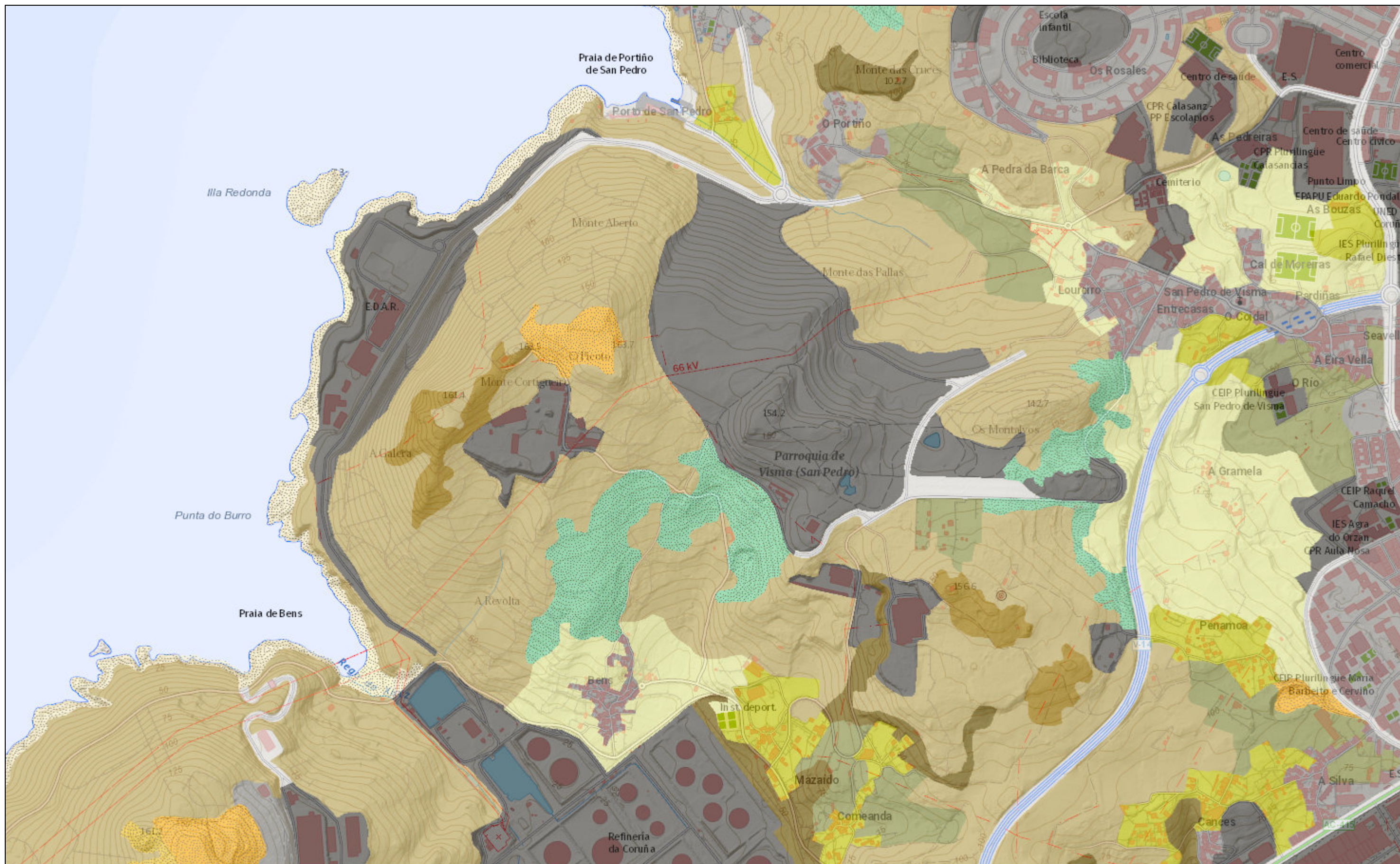
DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 13:  
EXPROPIACIONES**

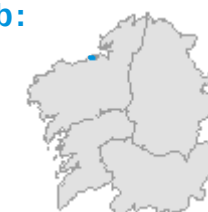
**ANEJO Nº13**  
**EXPROPIACIONES**  
**Apéndice III**  
**SIOSE - USOS DEL SUELO**

JOSÉ PAJARRÓN PUGA





Información procedente da web:  
<http://mapas.xunta.es/>







ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 14:  
SERVICIOS AFECTADOS**

**ANEJO Nº14  
SERVICIOS AFECTADOS**





## ÍNDICE

<b>1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Red viaria.....</b>	<b>1</b>
<b>3. Líneas eléctricas .....</b>	<b>1</b>
<b>4. Alumbrado público .....</b>	<b>1</b>
<b>5. Red de saneamiento .....</b>	<b>1</b>



## 1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se determina de forma precisa de los servicios afectados dentro del ámbito de actuación del Proyecto de “Depósito y red de aguas regeneradas en A Coruña”.

Con vistas a determinar las posibles interferencias antes de iniciar las obras el Contratista procederá a una campaña de investigación, revisando los servicios existentes en la zona de afección de la obra. Procurará determinar fielmente el trazado de dichos servicios, para ello contactará con las empresas que gestionan tales servicios.

El objetivo de este anejo es poder identificar, evitar la afección, reponer y valorar todos los servicios que serán afectados en la ejecución de la obra.

## 2. RED VIARIA

En los anejos nº7 de Trazado y nº8 de Movimiento de Tierras se han tenido ya en cuenta las zonas por las que discurre la tubería. Las vías afectadas por la actuación son:

- Viales interiores de la EDAR, los 498 metros iniciales del Sistema en alta.
- Carretera DP-3003, bajo la cual discurren los 921 metros finales de la conducción de distribución. Dicha carretera es de titularidad provincial.
- El resto del trazado son caminos naturales entre las parcelas que hay en el monte, aprovechando los viales existentes.

El sistema de cruce se realizará mediante zanja abierta, empleándose las secciones indicadas en los planos según corresponda.

Durante la ejecución de la obra se condicionará la circulación en la DP-3003. No se prevé la necesidad de corte permanente de la carretera.

## 3. LÍNEAS ELÉCTRICAS

El trazado de las conducciones de éste proyecto discurre coincidente con una línea de distribución de electricidad a lo largo de 340 m. (entre PK 0+280 y PK 0+620 de la red de distribución). Se tratará de realizar la excavación sin afectar a la estabilidad del tendido eléctrico.

En el caso puntual que eso no sea posible, se derivará la línea a un poste provisional y se repondrá una vez finalizado el relleno de la zanja.

## 4. ALUMBRADO PÚBLICO

Actualmente no existen infraestructuras de alumbrado público que se vean afectadas por la actuación.

## 5. RED DE SANEAMIENTO

La zona de actuación, al tratarse de una zona de terreno rústico, alejado de viviendas, no cuenta con una extensa red de saneamiento desarrollada. No obstante, al tratarse de una zona próxima a la EDAR si encontramos problemas con uno de los colectores de entrada de agua.

Se trata del colector de Arteixo que discurre paralelo al trazado de la línea de distribución, desde el PK 0+000 hasta el PK 0+350. Dado que se trata de un proyecto de carácter académico y se desconoce la profundidad exacta de la red, se ha considerado como profundidades de referencia las definidas en *proyecto de ampliación de EDAR BENS*.

Considerando el caso más desfavorable de que toda la red de saneamiento se encuentre a 2 metros de profundidad, a partir de la planta y del perfil de la conducción no se aprecian interferencias entre las conducciones proyectadas y la red de saneamiento.

A mayores y para mayor seguridad de independencia, se ha proyectado un trazado en planta de manera que se aleja lo máximo posible el colector y la conducción de distribución, quedando el primero siempre por debajo.



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 15:**  
**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

**ANEJO Nº15**  
**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**





## ÍNDICE

1. Introducción.....	1
2. Características de la obra.....	1
3. Identificación de riesgos.....	2
4. Prevención de riesgos y medidas de protección....	6
5. Protecciones colectivas.....	12
6. Formación.....	13
7. Instalaciones de higiene y bienestar.....	13
8. Medicina preventiva y primeros auxilios.....	13

### Apéndice I

PLANOS

### Apéndice II

PLIEGO Y PRESUPUESTO



## 1. INTRODUCCIÓN

Se redacta el presente Estudio de Seguridad y Salud incluido en el proyecto para las obras del “CREACIÓN DE RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA”, que recoge las necesidades respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como las previsiones de las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores, durante la construcción de la obra proyectada y en el periodo de prueba de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

## 2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

### 2.1. Descripción de la obra y situación

El proyecto “CREACIÓN DE RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA” consiste en la construcción de un proceso terciario de depuración en la EDAR Bens de A Coruña y un depósito en la base del monte de San Pedro. En el tramo que lleva el agua al depósito se construirá una estación de bombeo, para poder impulsar el agua hasta la cota en la que se sitúa el depósito de regulación y una segunda estación de bombeo que permita elevar el agua hasta la cota del parque de Bens, con fines de riego.

El depósito proyectado se situará a la cota +25 m.s.n.m. (parte superior de la solera) será un depósito enterrado de planta rectangular de dimensiones interiores 35x50 m y una altura de 5 m.

El primer tramo de conducción se ejecutará en tubería de fundición dúctil de DN 300 y el segundo tramo en fundición dúctil de DN 250, con los correspondientes elementos complementarios de la red (válvulas, codos, etc.).

Se proyecta asimismo la reposición de pavimentos y las preceptivas partidas de gestión de residuos y seguridad y salud en las obras.

### 2.2. Presupuesto, plazo de ejecución y plan de obra

#### - Presupuesto:

El presupuesto estimado de ejecución material de la obra asciende a la cantidad de DOS MILLONES OCHENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS con OCHO CÉNTIMOS (2.087.599,08€).

#### - Plazo de ejecución:

El plazo de ejecución previsto es de (DOCE) 12 meses. Este plazo resulta de la programación de la obra que se detalla en el anejo nº 18.

#### - Personal previsto:

Según el plan de obras el número máximo de trabajadores se produce entre el mes 5 y el mes 6. Para este momento se espera que el número máximo de trabajadores en obra sea de 25 obreros.

### 2.3. Unidades constructivas que componen la obra

Las obras e instalaciones objeto del proyecto quedan descritas en la Memoria del Proyecto y en los Planos adjuntos, así como cuantas instalaciones auxiliares y complementarias han quedado reseñadas, siendo sus

unidades constructivas en cada una de las actuaciones:

#### - Trabajos previos:

- Demolición de firmes
- Despeje y desbroce
- Tala y retirada de árboles

#### - Movimiento de tierras:

- Excavaciones (medios mecánicos y zanjas)
- Rellenos

#### - Estructuras:

- Unidades de tratamiento terciario: filtro y tanque de cloración (ejecutadas “in situ”)
- Depósito principal y caseta de bombeo (ejecutadas “in situ”)
- Instalación de conducción

### 2.4. Maquinaria prevista y medios auxiliares

- Maquinaria de movimiento de tierras: Pala cargadora frontal, pala excavadora, mototraílla, motoniveladora, volquete, compactadora.

- Medios de hormigonado: Compresor, camión hormigonera, vibrador, camión bomba de hormigón, motovolquete autopropulsado, pala cargadora, retroexcavadora, rodillo vibrante autopropulsado, camión basculante, extendedora de productos bituminosos (P-IM).

### 2.5. Centros asistenciales más próximos a las obras

#### - Centro de salud de los Rosales:

- Dirección: Rúa Alfonso Rodríguez Castelao, 0, 15011 A Coruña.
- Teléfono: 981 64 78 51

#### - Centro de salud de Labañou:

- Dirección: Grupo Ns Carmen, Calle posterior a Honduras, s/n, 15011 A Coruña.
- Teléfono: 981 26 83 84

#### - Hospital HM Modelo:

- Dirección: Rúa Virrey Osorio, 30, 15011 A Coruña.



- Teléfono: 981 14 73 00

- Centro de especialidades del Ventorrillo:

- Dirección: Avenida Finisterre, 316, 15010 A Coruña
- Teléfono: 981 14 28 54

### 3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

#### 3.1. Riesgos laborales según las unidades constructivas

Las unidades constructivas citadas anteriormente comprenden una serie de trabajos que llevan inherentes actividades potencialmente peligrosas, por lo que será necesario establecer una serie de normas que deberán de seguir todos los trabajadores, para evitar que durante la realización de estos trabajos se produzcan accidentes laborales, o al menos, se minoren estos riesgos.

A continuación se citan los riesgos más comunes que se pueden llegar a producir en cada una de las unidades constructivas.

##### 3.1.1. Movimiento de tierras/Demolición y levantamiento de firmes

Caídas al mismo nivel.

Caídas a distinto nivel.

Caídas de objetos.

Choques o golpes contra objetos.

Vuelcos de maquinaria.

Caída imprevista de materiales transportados.

Cortes

Lesiones por incrustamiento de ramas o astillas

Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas (bajas temperaturas, fuertes vientos, lluvias, etc.).

Ambiente pulvígeno.

Contaminación acústica.

Contactos eléctricos directos e indirectos.

##### 3.1.2. Movimiento de tierras/Despeje y desbroce

Caídas al mismo nivel.

Caídas a distinto nivel.

Caídas de objetos sobre operarios

Choques o golpes contra objetos.

Vuelcos de maquinaria.

Caída imprevista de materiales transportados.

Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas (bajas temperaturas, fuertes vientos, lluvias, etc.).

Ambiente pulvígeno.

Contaminación acústica.

Contactos eléctricos directos e indirectos

##### 3.1.3. Movimientos de tierras/Excavaciones

Caídas a distinto nivel.

Caídas de objetos sobre operarios

Choques o golpes contra objetos.

Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas

Vuelcos de maquinaria.

Caída imprevista de materiales transportados.

Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas (bajas temperaturas, fuertes vientos, lluvias, etc.).

Ambiente pulvígeno.

Problemas de circulación interna debido al mal estado de las zonas de acceso a la circulación

Inundación

Interferencias con conducciones enterradas

Inundación





Atrapamiento y aplastamientos por partes móviles de la maquinaria

Lesiones y/o cortes en manos y pies

Contaminación acústica.

Vibraciones

Trabajos en zonas húmedas o mojadas

Desplomes, desprendimientos, hundimientos del terreno

Explosiones e incendios

Contactos eléctricos directos e indirectos.

#### **3.1.4. Vertido, extendido y compactación de zanja**

Caídas de operarios al mismo o distinto nivel.

Caída de objetos sobre operarios.

Choques o golpes contra objetos.

Atrapamientos y aplastamientos.

Lesiones y/o cortes en manos y pies.

Sobreesfuerzos.

Cuerpos extraños en los ojos.

Contactos eléctricos directos e indirectos.

Condiciones meteorológicas adversas.

Trabajos en zonas húmedas o mojadas.

Desplomes, desprendimientos, hundimientos del terreno.

Explosiones e incendios.

Derivados de medios auxiliares usados.

Derivados acceso al lugar de trabajo.

Caídas de materiales transportados.

Atropellos por máquinas o vehículos.

Problemas de circulación interna de vehículos y maquinaria.

Accidentes por conducción en ambientes pulverulentos de poca visibilidad y vuelco de vehículos y máquinas.

Ruido, contaminación acústica.

Vibraciones.

Ambiente pulvígeno

#### **3.1.5. Transporte de las tuberías**

Vuelcos de camiones por desplazamientos de la carga

Accidentes por exceso de carga, gálibo o ancho de la misma

Atropellos de operarios en maniobras de aproximación a los acopios o descarga

Vuelcos por proximidades a bordes de excavaciones

#### **3.1.6. Colocación y montaje de las tuberías**

Desprendimiento de tierras

Caída de personas al mismo y a distinto nivel

Desplome y vuelco de los paramentos del pozo

Golpes y cortes por el uso de herramientas manuales

Sobreesfuerzos por posturas obligadas, manipulando los tubos

Desplome de taludes en una zanja

Los derivados de trabajos realizados en ambientes húmedos y encharcados

Electrocución

Intoxicación por gases (espacios confinados)

Explosión por gases o líquidos (espacios confinados)

Muerte por hidrocución

Riegos en el manejo de cables y cabos: rozaduras y cortes, arrastre, lumbalgias, esguinces y luxaciones por sobreesfuerzos en su manipulación y ser golpeados por ellos al azar

Riesgos de atrapamientos, golpes y aplastamiento por los elementos móviles de máquinas



### 3.1.7. Rellenos

Siniestros de vehículos por exceso de carga o mal mantenimiento

Caídas de objetos sobre operarios

Caídas de operarios al mismo o distinto nivel

Interferencias entre vehículos por falta de dirección o señalización en las maniobras

Atropello de personas

Vuelco de vehículos

Accidentes por conducción en ambientes pulverulentos de poca visibilidad

Accidentes por conducción sobre terrenos encharcados, sobre barrizales

Vibraciones sobre las personas

Ruido, contaminación acústica

### 3.1.8. Reposición de firmes y pavimentos

Atropello por maquinaria y vehículos.

Atrapamientos por maquinaria y vehículos.

Colisiones y vuelcos.

Interferencia con líneas eléctricas aéreas o subterráneas.

Interferencia con conducciones de otro tipo.

Por utilización de productos bituminosos.

Salpicaduras.

Polvo.

Ruido.

### 3.1.9. Cimentaciones superficiales

Deslizamientos y desprendimientos del terreno.

Caída de personas.

Atropellos y golpes de máquinas.

Golpes de herramientas de mano

### 3.1.10. Manipulación y puesta en obra de armaduras

Cortes y heridas en manos y pies por manejo de redondos de acero.

Aplastamientos durante las operaciones de carga y descarga de paquetes de ferralla.

Aplastamientos durante las operaciones de montaje de armaduras.

Tropezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.

Los derivados de las eventuales roturas de redondos de acero durante el estirado o doblado.

Sobreesfuerzos.

Caídas al mismo nivel (entre plantas, escaleras, etc.).

Caídas a distinto nivel.

Caídas desde altura.

Golpes por caída o giro descontrolado de la carga suspendida.

### 3.1.11. Encofrado y desencofrado

Desprendimiento por mal apilado de la madera.

Golpes en las manos durante la clavazón.

Caída de personas al mismo nivel.

Caída de personas a distinto nivel.

Caída de personas por las escaleras.

Cortes.

Pisadas sobre objetos punzantes.

Electrocución por anulación de tomas de tierra de maquinaria eléctrica

### 3.1.12. Puesta en obra del hormigón

Caída de personas y/u objetos al mismo nivel.

Caída de personas y/u objetos a distinto nivel.

Caída de personas y/u objetos al vacío.



Hundimiento de encofrados.

Rotura o reventón de encofrados.

Pisadas sobre objetos punzantes.

Pisadas sobre superficies de tránsito.

Las derivadas de trabajos sobre suelos húmedos o mojados.

Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos).

Fallo de entibaciones.

Fallo de arriostramientos

Corrimiento de tierras.

Los derivados de la ejecución de trabajos bajo circunstancias meteorológicas adversas.

Atrapamientos.

Vibraciones por manejo de agujas vibrantes.

Vibraciones por trabajos próximos de agujas vibrantes sobre tractor (presas, etc.).

Ruido ambiental.

Electrocución.

### 3.2. RIESGOS LABORALES POR LA UTILIZACIÓN DE MEDIOS AUXILIARES

#### 3.2.1. Andamios

Caídas a distinto nivel (al entrar o salir).

Caídas al mismo nivel.

Desplome del andamio.

Desplome o caída de objetos (tablones, herramienta, materiales).

Golpes por objetos o herramientas.

Atrapamientos.

Otros

#### 3.2.2. Puntales

Caída desde altura de las personas durante la instalación de puntales.

Caída desde altura de los puntales por incorrecta instalación.

Caída desde altura de los puntales durante las maniobras de transporte elevado.

Golpes en diversas partes del cuerpo durante la manipulación.

Atrapamiento de dedos (extensión y retracción).

Caída de elementos conformadores del puntal sobre los pies.

Vuelco de la carga durante operaciones de carga y descarga.

Rotura del puntal por fatiga del material.

Rotura del puntal por mal estado (corrosión interna y/o externa).

Deslizamiento del puntal por falta de acunamiento o de clavazón.

Desplome de encofrados por causa de la disposición de puntales.

### 3.3. RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS

Los riesgos de daños a terceros en la ejecución de la instalación de la obra se pueden llegar a producir por la circulación de terceras personas, ajenas a la obra, una vez iniciados los trabajos.

Los riesgos de daños a terceros, por lo tanto, pueden ser los siguientes:

Arrollamiento por máquinas y vehículos.

Caídas de personal a distinto nivel.

Caída al mismo nivel.

Caída de objetos y materiales.

Motivados por los desvíos de carreteras y caminos.

Por ello, se considerará zona de trabajo aquella donde se desenvuelvan máquinas, vehículos y operarios trabajando y zona de peligro una franja de cinco (5) metros alrededor de la primera zona.

Se impedirá el acceso de terceras personas ajenas a la obra. Si existiesen antiguos caminos se protegerán por medio de valla autónoma metálica. En el resto del límite de la zona de peligro, por medio de cinta de balizamiento reflectante.





#### 4. PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN

##### 4.1. Medidas preventivas en las diferentes fases constructivas

En función de los factores de riesgo y de las condiciones de peligro analizadas y que se han de presentar en la ejecución de cada una de las fases y actividades a desarrollar en la obra, las medidas preventivas y protectoras a establecer durante su realización son, en cada caso, las enunciadas en los apartados que siguen.

##### 4.1.1. Movimiento de tierras/Demolición y levantamiento de firmes

Antes de iniciar cualquier demolición de pisos o pavimentos se tendrá el conocimiento de la presencia o no de los servicios afectados si los hubiese, no comenzando la demolición hasta que estos estén totalmente eliminados.

Señalización exterior delimitando los accesos e indicando las zonas prohibidas para personal ajeno a esta unidad. Las señales serán bien visibles y fácilmente inteligibles, estando en lugares adecuados.

Siempre que se trabaje a distintos niveles se adoptarán las precauciones necesarias para la protección de los trabajadores ocupados en los niveles inferiores.

Los productos de demolición se seleccionarán y fraccionarán para su carga mediante palas cargadoras u otros medios auxiliares para evitar durante el transporte desprendimientos de elementos que puedan quedar sobre la calzada produciendo accidentes al tráfico o golpear a las personas.

Iniciada la demolición de un elemento con pérdida progresiva de su estabilidad se completará su derribo en la jornada o se acotarán las zonas que pudieran ser afectadas por su derrumbe imprevisto.

Se regarán los elementos a demoler y escombros siempre que puedan producir cantidad de polvo que resulte insalubre o peligrosa.

Preferentemente durante la carga de los productos procedentes de la excavación se evitará la presencia de trabajadores bajo el radio de acción de la máquina o junto al camión.

##### - Equipos de protección individual:

Casco homologado

Gafas de protección contra proyección de partículas

Mascarilla antipolvo

Mono de trabajo

Guantes de serraje

Protectores auditivos

Filtros para reposición de mascarillas



Botas de cuero

Cinturón antivibratorio

##### 4.1.2. Movimiento de tierras/Despeje y desbroce

Antes del inicio de los trabajos se realizará una inspección con el fin de detectar posibles anomalías geológicas en el terreno que pueda dar lugar a movimientos del terreno, o existencia de socavones.

Así mismo, se efectuará una inspección a los frentes y paramentos verticales que puedan existir en la traza de la obra con el fin de detectar posibles desprendimientos de materiales provocados por la propia excavación de la obra.

En el derribo de árboles, cualquiera que sea el procedimiento utilizado para ello, ya sea por medios manuales o mecánicos o bien por empuje con maquinaria pesada se deberá planificar el trabajo al objeto de que los trabajadores no ocupen en ningún momento la zona o lugar del derribo de los árboles.

Deberá prohibirse la circulación de personas por la zona de trabajo en la que se encuentre la maquinaria realizando los trabajos de desbroce.

Toda maquinaria destinada a realizar operaciones de despeje y desbroce deberá de estar dotada de un avisador acústico cuando esta circule marcha atrás

Se balizará la zona de trabajo en la que exista riesgo de vuelco de máquinas por taludes o desniveles pronunciados.

Se prohibirá circular por pendientes superiores al 50% y perpendiculares a la misma.

Se balizarán todas las zonas por donde tengan que circular obreros y exista riesgo de caída de altura.

##### - Equipos de protección individual:

Casco homologado

Mascarilla antipolvo

Mono de trabajo

Guantes de seguridad

Protectores auditivos

Filtros para reposición de mascarillas

Botas de seguridad

Chalecos de seguridad para señalistas

##### 4.1.3. Movimiento de tierras/Excavaciones



Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas, firmes ahuecados, terrenos con rellenos, etc.

Antes del inicio de los trabajos, también se tendrá en cuenta que todos los servicios afectados por las excavaciones, están desviados o protegidos convenientemente, para evitar roturas o posibles contactos directos con ellos.

El frente de excavación realizado mecánicamente no sobrepasará, en más de un metro de altura máxima de ataque del brazo de la máquina.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.

El frente y paramentos verticales de una excavación deben ser inspeccionado siempre al iniciar (o dejar) los trabajos, por el Capataz o Encargado, que señalará los puntos que deben tocarse antes del inicio (o cese) de las tareas.

Se señalará mediante una línea (yeso, cal, cinta de señalización, etc.) la distancia de seguridad mínima de aproximación al borde de una excavación (mínimo 2 m. como norma general).

Deben prohibirse los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de telégrafos, etc., cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.

Deben eliminarse los árboles, arbustos y matorrales, cuyas raíces han quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte efectuado en el terreno.

Las maniobras de carga a cuchara de camiones serán dirigidas por personal experto.

La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación de 3 m para vehículos ligeros y de 4 m. para los pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna, cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zavorras.

Se recomienda evitar en lo posible los barrizales, en previsión de accidentes.

En temporada seca, se rociará mediante camión cuba los caminos de circulación de vehículos y/o maquinaria móvil para evitar la formación de polvo. Esto se efectuará al inicio de la jornada, a media jornada y por la tarde.

- Equipos de protección individual:

Ropa de trabajo.

Casco de polietileno (lo utilizarán, aparte del personal a pie, los maquinistas y camioneros que deseen o deban abandonar las correspondientes cabinas de conducción).

Calzado de seguridad.

Botas de seguridad impermeables en terrenos mojados.

Trajes impermeables para ambientes lluviosos.

**4.1.4. Vertido, extendido y compactación de zanja**

No se permiten personas sobre la extendidora en marcha que no sea el conductor.

Las maniobras de aproximación y vertido, se dirigen por especialista.

Para evitar el atrapamiento y atropello durante las operaciones de llenado de tolva, los operarios permanecerán en la cuneta por delante de la máquina.

Las plataformas para seguimiento y ayuda al extendido ha de estar protegidas por barandillas tubulares.

Se prohíbe durante el extendido, el acceso a la regla vibrante.

Se señalará el peligro de altas temperaturas.

Se prohíbe la permanencia de personal operario a menos de 10 m por delante de las máquinas compactadoras.

- Equipos de protección individual:

Casco de polietileno.

Botas de media caña, impermeables.

Chaleco de seguridad.

Ropa de trabajo.

Guantes de cuero.

**4.1.5. Transporte de las tuberías**

Los camiones empleados para el transporte, dispondrán de plataformas con todos sus elementos de base en perfectas condiciones, no sobrepasando en su carga los límites establecidos en peso, gálibo y dimensiones.

Otras normas preventivas se citan en el apartado de máquinas, referidas a camiones de transporte y camiones con grúa que se empleará para la colocación directa en acopios o zanjas desde los mismos.

**4.1.6. Colocación y montaje de las tuberías**

Se recomienda tomar precauciones y pedir que se suministren los planos de las conducciones subterráneas que pudieran existir en la zona.

El alcantarillado, desvío mediante entubado de acequias y la conexión al punto de vertido se ejecutarán según los planos del proyecto.

Los acopios se efectuarán en lugar seguro, de forma que el conjunto quede nivelado, correctamente



calzado, señalizado y si fuera preciso delimitado perimetralmente.

El transporte desde zona de acopio a pie de tajo se efectuará con los medios adecuados, evitándose transportes inseguros que provoquen la caída de la carga, el vuelco del vehículo, etc.

Todos los tubos serán manipulados mediante elementos de sujeción por ambos extremos.

Se tomarán todas las normas preventivas sobre ganchos, cables, estorbos así como en sus manipulaciones y formas de actuación en los enganches y movimientos.

En las uniones de tubos a realizar en el interior de la zanja, se tendrán las precauciones de colocación correcta de los apoyos.

Siempre que exista peligro de derrumbamiento, se procederá a entibar según cálculos expresos del proyecto.

Para profundidades mayores de 1,5 m se procederá a entibar la zanja

Se prohíbe la permanencia en solitario en el interior de pozos o galerías.

Se tenderá a lo largo del recorrido una soga a la que asirse para avanzar, en caso de emergencia.

El ascenso o descenso a los pozos y zanjas se realizará mediante escaleras normalizadas, firmemente ancladas a los extremos superior e inferior.

Los trabajadores permanecerán unidos al exterior mediante una soga anclada al cinturón de seguridad, tal que permita bien la extracción del operario tirando, o en su defecto, su localización en caso de rescate.

- Equipos de protección individual:

Ropa de trabajo.

Casco de polietileno (preferible con barbuquejo).

Casco de polietileno con equipo de iluminación autónomo (espacios confinados).

Calzado de seguridad.

Botas de seguridad impermeables en terrenos mojados.

Trajes impermeables para ambientes lluviosos.

Equipo de respiración autónoma (semiautónoma).

Cinturón seguridad de sujeción.

Guantes.

Gafas de seguridad antiproyecciones

**4.1.7. Rellenos**

Todo el personal que maneje los camiones, palas, dúmper (máquinas para estos trabajos) será especialista en el manejo de estos vehículos.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Cada equipo de carga para rellenos será dirigido por un jefe de equipo que coordinará las maniobras.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas.

El vertido de material de relleno desde vehículos se hará a una distancia de seguridad del borde de excavaciones, zanjas, coronación de talud.

Todos los vehículos empleados en esta obra, para las operaciones del relleno y compactación serán dotados de bocina automática de marcha hacia atrás, y dispositivo rotativo luminoso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m., (como norma general) en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento. (La visibilidad para el maquinista es inferior a la deseable dentro del entorno señalado).

**4.1.8. Cimentaciones superficiales**

Los materiales precisos para refuerzos y entibados de las zonas excavadas se acopiarán en obra con la antelación suficiente para que el avance de la apertura de zanja y pozos pueda ser seguido inmediatamente por su colocación.

Las áreas de trabajo en las que la excavación de cimentaciones suponga riesgo de caídas (la altura se acotarán, siempre que se prevea circulación de personas o vehículos en indicaciones).

Los laterales de la excavación se sanearán antes del descenso del personal a los mismos, de piedras o cualquier otro material suelto o inestable, ampliando esta medida a las inmediaciones de la excavación, siempre que se adviertan elementos sueltos que pudieran ser proyectados o rodar al fondo de la misma.

Siempre que el movimiento de vehículos pueda suponer peligro de proyecciones o caída de piedras y otros materiales sobre el personal que trabaja en las cimentaciones se dispondrá un rodapié alrededor de éstas.

En la entibación o refuerzo de las excavaciones, se tendrá en cuenta la sobrecarga móvil que pueda producir el borde de éstas, la circulación de vehículos pesados al borde de las excavaciones serán dirigidas por un auxiliar.

Las maniobras de aproximación de vehículos pesados al borde de las excavaciones serán dirigidas por un auxiliar.

Siempre que no existan topes fijos, se colocarán calzos a las ruedas traseras antes de iniciar la operación de descarga.

- Equipos de protección individual:





Será obligatorio el uso del casco.

El personal de trabajo en la puesta en obra de hormigón empleará gafas, guantes y botas de 20 ma.

El personal que manipule el hierro de armar, se protegerá con guantes y hombreras en su caso.

Siempre que las condiciones de trabajo exudan otros elementos de protección se dotará a los trabajadores de los mismos.

#### 4.1.9. Manipulación y puesta en obra de armaduras

Se habilitará en obra un espacio dedicado al acopio clasificado de los redondos de ferralla próximo al lugar de montaje de armaduras.

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1,50 m.

El transporte aéreo de paquetes de armaduras mediante grúa se ejecutará suspendiendo la carga de dos puntos separados mediante eslingas.

El ángulo superior, en el anillo de cuelgue que formen los hondillas de la eslinga entre sí, será igual o menor que 90 grados.

La ferralla montada (pilares, parrillas, etc.) se almacenará en los lugares designados a tal efecto separada del lugar de montaje.

Los desperdicios o recortes de hierro y acero, se recogerán acopiándose en el lugar determinado para su posterior carga y transporte al vertedero.

Se efectuará un barrido de puntas, alambres, y recortes de ferralla en torno al banco de trabajo.

La ferralla montada se transportará al punto de ubicación suspendida del gancho de la grúa mediante eslingas que la sujetarán de dos puntos distantes para evitar deformaciones y desplazamientos no deseados.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

##### - Equipos de protección individual:

Casco de seguridad.

Guantes de cuero.

Botas de seguridad.

Botas de goma de P.V.C. de seguridad.

Ropa de trabajo.

Cinturón porta-herramientas.

Cinturón de seguridad.

Trajes para tiempo lluvioso.

#### 4.1.10. Encofrado y desencofrado

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonos, sopanda, puntales, ferralla, etc.

El gancho de la grúa utilizado para el transporte de los paneles de encofrado dispondrá de pestillo de seguridad.

La eslinga utilizada será capaz de soportar la carga a la que va a ser sometida, y se someterá a inspecciones diarias para comprobar su estado.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias. Se esmerará el orden y la limpieza durante la ejecución de los trabajos.

Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán a la mayor brevedad.

Los clavos sueltos o arrancados se eliminarán mediante un barrido y apilado en lugar conocido para su posterior retirada.

Antes de proceder al hormigonado, se comprobará la estabilidad del conjunto (encofrado más armadura).

Los tableros de encofrado para muro dispondrán de plataformas de trabajo con barandillas.

Para andar por encima de las parrillas de ferralla se instalarán pasarelas de 60 cm. de ancho formada por tablonos.

Una vez concluido un determinado tajo, se limpiará eliminando todo el material sobrante, que se apilará para su posterior retirada.

##### - Equipos de protección individual:

Casco de polietileno.

Botas de seguridad.

Cinturones de seguridad (clase C).

Cinturón porta-herramientas.

Guantes de cuero.

Gafas de seguridad antiproyecciones.

Ropa de trabajo de color naranja.

Botas de goma o de P.V.C. de seguridad.



Trajes de tiempo lluvioso de color amarillo.

#### 4.1.11. Puesta en obra del hormigón

##### Vertido mediante canaleta

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. (como norma general) del borde de la excavación. Se habilitarán "puntos de permanencia" seguros; intermedios, en aquellas situaciones de vertido a media ladera.

La maniobra de vertido será dirigida por un Capataz que vigilará no se realicen maniobras inseguras.

Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigonera durante el retroceso.

##### Vertido mediante cubilote

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

La apertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca para ello, con las manos protegidas con guantes impermeables.

La maniobra de aproximación, se dirigirá mediante señales preestablecidas fácilmente inteligibles por el gruista o mediante teléfono autónomo. Se procurará no golpear con cubo los encofrados ni las entibaciones.

##### Vertido mediante bomba

El equipo encargado del manejo de la bomba de hormigón estará especializado en este trabajo.

La manguera terminal de vertido, será gobernada por un mínimo a la vez de dos operarios, para evitar las caídas por movimiento incontrolado de la misma.

El manejo, montaje y desmontaje de la tubería de la bomba de hormigonado, será dirigido por un operario especialista, en evitación de accidentes por "tapones" y "sobre presiones" internas.

Antes de iniciar el bombeo de hormigón se deberá preparar el conducto (engrasar las tuberías) enviando masas de mortero de dosificación, en evitación de "atoramiento" o "tapones".

Los operarios, amarrarán la manguera terminal antes de iniciar el paso de la pelota de limpieza, a elementos sólidos, apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso.

##### Hormigonado de cimientos

Antes del inicio del vertido del hormigón, se revisará el buen estado de seguridad de las entibaciones.

Antes del inicio del hormigonado se revisará el buen estado de seguridad de los encofrados en prevención de reventones y derrames.

Se mantendrá una limpieza esmerada durante esta fase. Se eliminarán antes del vertido del hormigón puntas, restos de madera, redondos y alambres.

Siempre que sea posible, el vibrado se efectuará estacionándose el operario en el exterior de la zanja.

##### Hormigonado de muros

Antes del inicio del vertido del hormigón, se revisará el buen estado de seguridad de las entibaciones de contención de tierras de los taludes del vaciado que interesan a la zona de muro que se va a hormigonar, para realizar los refuerzos o saneos que fueran necesarios.

Antes del inicio del hormigonado, se revisará el buen estado de seguridad de los encofrados en prevención de reventones y derrames.

El vertido del hormigón en el interior del encofrado se hará repartiéndolo uniformemente a lo largo del mismo, por tongadas regulares, en evitación de sobrecargas puntuales que puedan deformar o reventar el encofrado. El desencofrado del trasdós del muro (zona comprendida entre éste y el talud del vaciado) se efectuará, lo más rápidamente posible, para no alterar la entibación si la hubiese, o la estabilidad del talud natural.

##### - Equipos de protección individual:

Casco de polietileno.

Casco de seguridad con protectores auditivos.

Cinturones de sujeción.

Guantes impermeabilizados.

Calzado de seguridad.

Botas de goma o de P.V.C: de seguridad.

Gafas de seguridad antiproyecciones.

Ropa de trabajo.

Trajes impermeables para tiempo lluvioso.

Cinturón antivibratorio.

Muñequeras antivibratorias.

Protectores auditivos.

#### 4.2. Medidas preventivas en función de los medios auxiliares

Los andamios a emplear en obra, serán de los llamados "tipo europeo" con cumplimiento de norma armonizada (UNE EN-12810-1 o equivalentes, y cumplirán con todos los requisitos y especificaciones que se dictan en el R.D. 2177/2004, de 12 de noviembre por el que se establecen las disposiciones mínimas de



seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura.

Los andamios serán revisados periódicamente por personal cualificado y llevarán un registro de revisiones.

Deberán revisarse antes de su uso, después de un periodo largo sin ser usado, si han sido sometidos a golpes, a condiciones meteorológicas adversas o ante cualquier modificación de montaje.

Para el correcto montaje de andamios se seguirán escrupulosamente las instrucciones de montaje del fabricante. Dichas labores las deberá realizar personal cualificado.

No se pondrá en desuso ningún elemento del andamio colocado, si por alguna razón hiciera falta retirar alguna pieza, deberá ser con el consentimiento de la persona encargada de la supervisión del montaje, desmontaje o modificaciones de andamios, que tendrá el carácter de jefe de obra, Y

SIEMPRE DE FORMA PROVISIONAL Y EXCEPCIONAL, es decir, cuando se terminen las labores que motivaron la retirada de la pieza, esta deberá ser inmediatamente repuesta en su lugar.

Para la realización de trabajos en esta actividad además de los equipos de protección individual, de uso con carácter general será obligatorio el uso del cinturón de seguridad y de la bolsa portaherramientas.

El piso del andamio será preferiblemente metálico. Si está formado por tablones, serán de madera sin fallos y estarán sin pintar. Los tablones se anclarán y se dispondrán de tal modo que no puedan moverse ni dar lugar a basculamiento o cualquier otro movimiento peligroso, siempre que el fabricante lo permita. El tablón que se considere defectuoso se rechazará.

Se estudiará el terreno donde se apoye el andamio, comprobando su resistencia.

Los tramos verticales (módulos o pies derechos) de los andamios se apoyarán siempre sobre tablones de reparto de cargas.

Está prohibido apoyar el andamio sobre suplementos como ladrillos, bloques cerámicos, bidones, etc.

Se establecerán a lo largo y ancho de los paramentos verticales puntos fuertes de seguridad en los que arriostrar los andamios, según las condiciones del fabricante

Los andamios contarán con todos los elementos de protección y accesorios necesarios tanto para su instalación y montaje/desmontaje como para asegurar la protección de los trabajadores durante su uso e incluso durante su montaje y desmontaje: escaleras, barandillas, pasamanos, rodapiés, superficies de trabajo, poleas, abrazaderas, diagonales, bridas y pasadores de anclaje de los tablones, etc.

No se iniciará un nuevo nivel sin antes haber concluido el nivel de partida con todos los elementos de estabilidad (cruces de San Andrés, y arriostramientos).

#### - Equipos de protección individual:

Cascos de seguridad

Guantes de protección

Calzado de seguridad con suela deslizante



Arnés de seguridad

#### **4.2.2. Puntales**

Los puntales se acopiarán ordenadamente por capas horizontales de un único puntal en altura y fondo el que desee, con la única salvedad de que cada capa se disponga de forma perpendicular a la inmediata inferior.

La estabilidad de las torretas de acopio de puntales, se asegurará mediante la hincas de "pies derechos" de limitación lateral.

Se prohíbe expresamente tras el desencofrado el amontonamiento irregular de los puntales.

Los puntales se izarán (o descenderán) a las plantas en paquetes uniformes sobre bateas, flejados para evitar derrames innecesarios.

Los puntales se izarán (o descenderán) a las plantas en paquetes flejados por los dos extremos; el conjunto, se suspenderá mediante aparejo de eslingas del gancho de la grúa torre.

Se prohíbe expresamente en esta obra, la carga a hombro de más de dos puntales por un solo hombre en prevención de sobreesfuerzos.

Los puntales de tipo telescópico se transportarán a brazo u hombro con los pasadores y mordazas instaladas en posición de inmovilidad de la capacidad de extensión o retracción de los puntales.

Los tablones durmientes de apoyo de los puntales que deben trabajar inclinados con respecto a la vertical serán los que se acuñarán. Los puntales, siempre apoyarán de forma perpendicular a la cara del tablón.

Los puntales se clavarán al durmiente y a la sopanda, para conseguir una mayor estabilidad.

El reparto de la carga sobre las superficies apuntaladas se realizará uniformemente repartido. Se prohíbe expresamente en esta obra las sobrecargas puntuales.

#### - Equipos de protección individual:

Casco de polietileno.

Ropa de trabajo

Guantes de cuero

Cinturón de seguridad

Botas de seguridad

#### **4.3. Medidas preventivas frente a daños a terceros**

Se considerará zona de trabajo aquella donde se desenvuelvan máquinas, vehículos y operarios trabajando





y zona de peligro una franja de cinco metros alrededor de la primera zona.

Se impedirá el acceso de terceros ajenos. La unión con caminos existentes se protegerá por medio de valla autónoma metálica. El resto del límite de la zona de peligro por medio de cinta de balizamiento reflectante.

Se establecerán accesos cómodos y seguros, tanto para personas como para vehículos y maquinaria.

Se separarán los accesos de vehículos y maquinaria. Si esto no es posible, se separará por medio de barandilla la calzada de circulación de vehículos y la de personal, señalizándose debidamente.

Antes de comenzar los trabajos se deberán conocer los servicios públicos que puedan resultar afectados, tales como: agua, gas, electricidad, saneamiento, etc. Por otra parte existirán riesgos derivados de la salida de vehículos, al tener que incorporarse a la vía pública. Se señalizará convenientemente la salida de vehículos, llegando incluso a colocar un semáforo para una mejor salida de camiones de la obra, si es posible.

Una vez conocidos los servicios públicos que se encuentren involucrados, hay que ponerse en contacto con los departamentos a que pertenecen y cuando sea posible, se desviarán las conducciones afectadas.

- Equipos de protección colectiva:

Desvío de las líneas que interfieren con la obra.

Señalización de la existencia de riesgo.

Vallado del solar.

Señalización de los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso de toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso los crecimientos necesarios.

Se señalizarán de acuerdo con la normativa vigente los enlaces con carreteras y caminos, tomándose las adecuadas medidas de seguridad.

Instalación de vallas de limitación y protección, cintas de balizamiento, etc.

## 5. PROTECCIONES COLECTIVAS

Las protecciones colectivas son aquellos equipos o elementos que, independientemente de la persona a proteger, sirven de pantalla entre el peligro y el trabajador. También entran dentro del rango de protecciones colectivas, aquellas destinadas a proteger al usuario de obra o vía en servicio afectada por la construcción de la proyectada.

Dependiendo de las particularidades de la obra, los elementos de seguridad colectiva serán los siguientes:

### 5.1. Señalización

Se dispondrá de la señalización necesaria de ordenación y prevención, tanto para el personal de obra directamente afectado, como para los usuarios de aquellos viales que se vean afectados por las obras.

El tipo de señales a disponer será el siguiente:

Señales de tráfico.

Señales de prevención de riesgos.

Señales informativas.

Carteles de aviso.

Banderas y jalones de señalización.

Balizas luminosas intermitentes.

Vallas normalizadas de desvío de tráfico.

Señales de advertencia

Señales de obligación

Señales de peligro.

### 5.2. Barandillas y pasarelas

Se adoptan barandillas de protección para caídas a distinto nivel, incorporadas al sistema del encofrado para hormigonado "in situ" de las estructuras y pasarelas que permitan el paso por encima de las zanjas.

### 5.3. Movimiento de tierras, excavación y terrapleneo

Vallas de limitación y protección (en zanjas, zonas a diferente nivel, etc.).

Cintas de balizamiento.

Señales acústicas y luminosas de aviso de maquinaria.

Barandillas.

Señales de seguridad.

Regado.

Topes de desplazamiento de vehículos.

Se tenderá sobre la superficie de los taludes una malla de alambre galvanizado firmemente sujeta al terreno mediante redondos de hierro.

Se revisará el estado de cortes o taludes a intervalos regulares en aquellos casos en los que puedan recibir empujes exógenos por proximidad de caminos, calles, carreteras, etc. Esto se hará en especial si en la proximidad se establecen tajos con uso de martillos neumáticos, compactaciones por vibración o paso de maquinaria para el movimiento de tierras.



Los operarios irán provistos de cinturones de seguridad anclados a zonas fijas, pero que les permita la movilidad necesaria para realizar sus tareas, para estar localizados en caso de desprendimientos y quedar sepultados bajo las tierras.

#### 5.4. Transporte, vertido, extendido y compactación

Vallas de limitación y protección.

Cinta de balizamiento.

Señales acústicas y luminosas de aviso de maquinaria.

Señales de seguridad.

Regado.

Topes en vertederos.

#### 6. FORMACIÓN

Todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

Eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos los trabajos dispongan de algún socorrista.

#### 7. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Se dispondrán de casetas mixtas aseos-vestuarios y una caseta comedor, dotadas de taquillas individuales con cerradura para cada trabajador, asientos y perchas, dos lavabos, una ducha y un W.C. por cada 10 trabajadores, disponiendo de espejos y calefacción. El comedor estará equipado con mesas, bancos y un microondas para calentar la comida.

#### 8. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

##### 8.1. Botiquines

La obra dispondrá de botiquines en lugares conocidos por todo el personal, cercanos a los tajos y de fácil acceso, conteniendo el material especificado en la ordenanza general de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

El contenido mínimo del botiquín de primeros auxilios se especifica en el Pliego de Condiciones del presente estudio.

##### 8.2. Actuaciones en caso de emergencia o incidente profesional

En caso de accidente de personal de obra se procederá según las actuaciones recogidas en la siguiente pauta:

##### PROTEGER

En primer lugar, habrá de proteger, para ello se evitará que el accidente se propague y alcance a otras personas distintas al accidentado. Hay que proteger al accidentado, sin perder de vista el entorno que rodea al accidente. En caso de incendio habrá que ventilar la zona donde se haya declarado el mismo. Intentar retirar al accidentado de la zona del accidente y señalizar el lugar del accidente.

##### AVISAR, TRASLADAR

En función de la gravedad del accidentado se acudirá al Servicio Médico de la empresa, al Centro Asistencial más cercano, al Hospital más próximo o se pedirá directamente ayuda a los Servicios de Urgencia Especializados.

Se dispondrá de una lista de teléfonos de emergencia actualizada.

##### SOCORRER

Se adecuará el terreno para una posible cura de emergencia, si es posible sin mover al accidentado, se debe disponer a mano de un botiquín de urgencias, debidamente dotado.

Procurar la comodidad del accidentado y una postura correcta para que respire de forma cómoda.

Atención especial a las constantes vitales, respiración y pulso, auxiliando a los diversos accidentados por orden de gravedad.

Si la situación se ha estacionado arrojar al accidentado, procurarle compañía y afecto y esperar a la llegada de los equipos sanitarios.

##### 8.3. Centros asistenciales próximos

En lugar visible de las instalaciones de obra, se expondrá un cartel indicativo con las direcciones y teléfonos de emergencia: Hospitales, Centros de Salud y Urgencias.

##### - Emergencias

- Teléfono: 112

##### - Centro de salud de los Rosales:

- Dirección: Rúa Alfonso Rodríguez Castelao, 0, 15011 A Coruña.
- Teléfono: 981 64 78 51

##### - Centro de salud de Labañou:

- Dirección: Grupo Ns Carmen, Calle posterior a Honduras, s/n, 15011 A Coruña.



- Teléfono: 981 26 83 84

- Hospital HM Modelo:

- Dirección: Rúa Virrey Osorio, 30, 15011 A Coruña.
- Teléfono: 981 14 73 00

- Centro de especialidades del Ventorrillo:

- Dirección: Avenida Finisterre, 316, 15010 A Coruña.
- Teléfono: 981 14 28 54

**8.4. Reconocimientos médicos**

Todo el personal que comience a trabajar en la obra deberá ser sometido a un reconocimiento médico previo al trabajo, que será repetido en periodo de un año. Estos reconocimientos serán específicos para la función que deba desarrollar cada trabajador, como psicotécnicos para los que conduzcan maquinaria móvil.

A Coruña, septiembre de 2020

El autor del proyecto

José Pajarrón Puga





APÉNDICE I  
PLANOS

SS – 01	Cartel en las entradas de la obra
SS – 02	Señales de obligación
SS – 03	Señales de evacuación
SS – 04	Prevención de accidentes
SS – 05	EPIS
SS – 06	Torres y borriquetas
SS – 07	Vallas y barandillas
SS – 08	Apertura y entibado de zanjas
SS – 09	Protección de zanjas

RESPETE LAS NORMAS DE SEGURIDAD  
EN TODA LA OBRA



USO OBLIGATORIO  
DEL CASCO.



USO OBLIGATORIO  
DEL CALZADO  
DE SEGURIDAD



USO OBLIGATORIO  
DE GUANTES



USO OBLIGATORIO  
DE PANTALLA O  
GAFAS PROTECTORAS



USO OBLIGATORIO  
DE ARNÉS  
DE SEGURIDAD



USO OBLIGATORIO  
DE PROTECTORES  
AUDITIVOS



USO OBLIGATORIO  
DE PROTECTOR  
AJUSTABLE



PELIGRO  
CARGA EN  
SUSPENSIÓN



PELIGRO  
OBJETOS  
PUNZANTES



PELIGRO  
CAIDA DE  
OBJETOS






PELIGRO  
CAIDAS A  
DISTINTO NIVEL






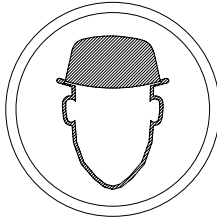

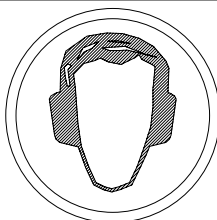


PELIGRO  
RIESGO  
ELÉCTRICO





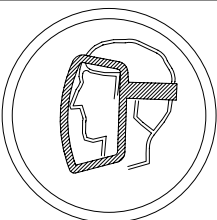
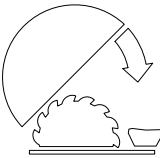



PROHIBIDO EL PASO  
A TODA PERSONA  
AJENA A LA OBRA

	TÍTULO DEL PROYECTO CREACIÓN DE RED PARA LA UTILIZACIÓN DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA	AUTOR DEL PROYECTO JOSÉ PAJARRÓN PUGA	FIRMA 	FECHA 09 - 2020	 UNIVERSIDADE DA CORUÑA
	SITUACIÓN MONTE SAN PEDRO Y PARQUE DE BENS, A CORUÑA	PLANO SEGURIDAD Y SALUD - CARTEL ENTRADAS DE OBRA	ESCALA S/E	PLANO SS - 01	

SEÑALES DE OBLIGACIÓN

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROTECCION OBLIGATORIA DE VIAS RESPIRATORIAS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CABEZA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DEL OIDO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LA VISTA		BLANCO	AZUL	BLANCO	

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS MANOS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LOS PIES		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO OBLIGATORIO DE PANTALLA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO OBLIGATORIO DE PROTECTOR AJUSTABLE		BLANCO	AZUL	BLANCO	

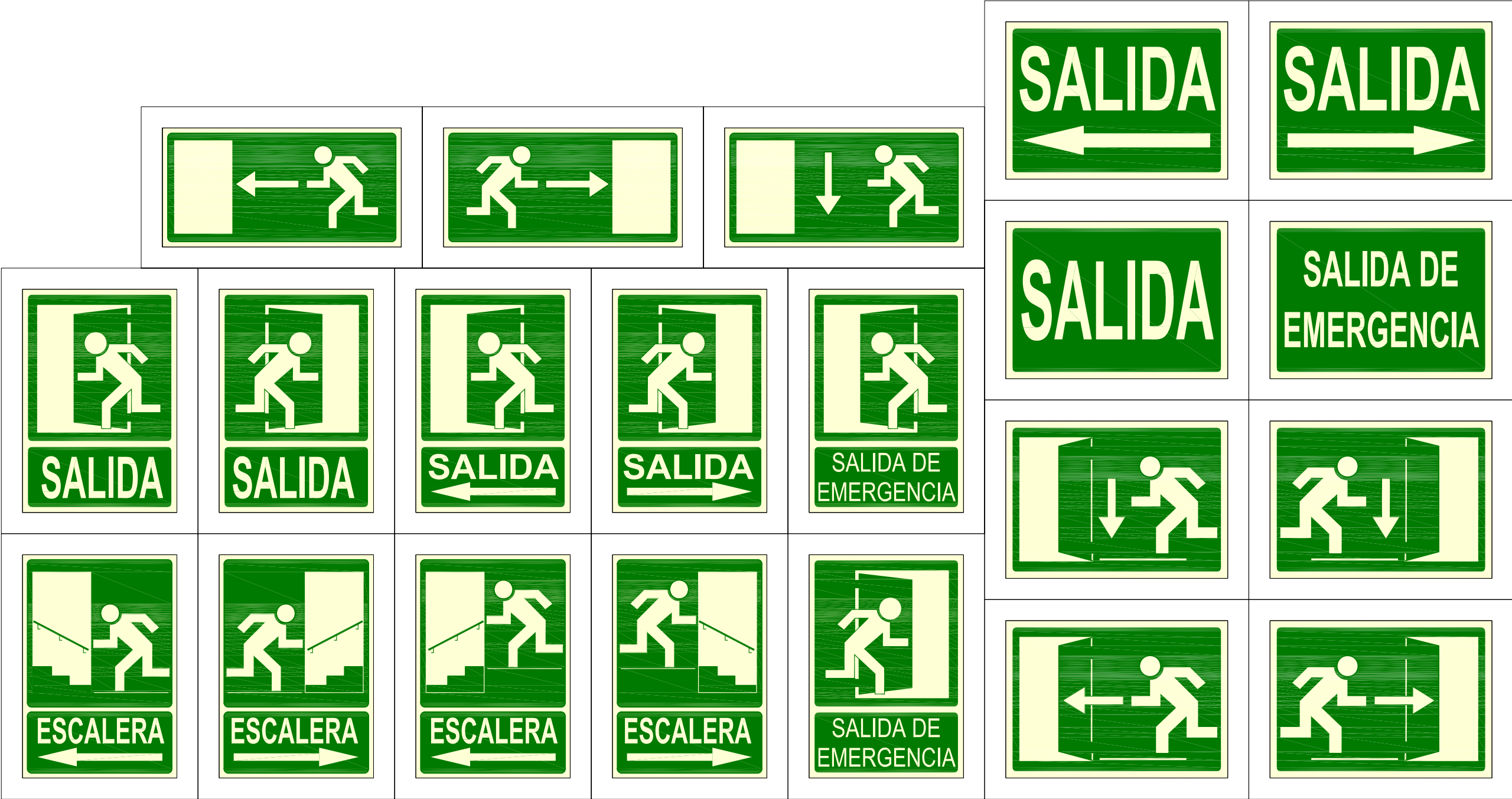
Establecimiento de las dimensiones de una señal hasta una distancia de 50 metros:

$$S \geq \frac{L^2}{2000}$$

Siendo L la distancia en metros desde donde se puede ver la señal y S la superficie en metros de la se?al



SEÑALES DE EVACUACIÓN



SEÑALES DE PREVENCIÓN



TÍTULO DEL PROYECTO	CREACIÓN DE RED PARA LA UTILIZACIÓN DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA
SITUACIÓN	MONTE SAN PEDRO Y PARQUE DE BENS, A CORUÑA

AUTOR DEL PROYECTO	JOSÉ PAJARRÓN PUGA
PLANO	SEGURIDAD Y SALUD - PREVENCIÓN ACCIDENTES

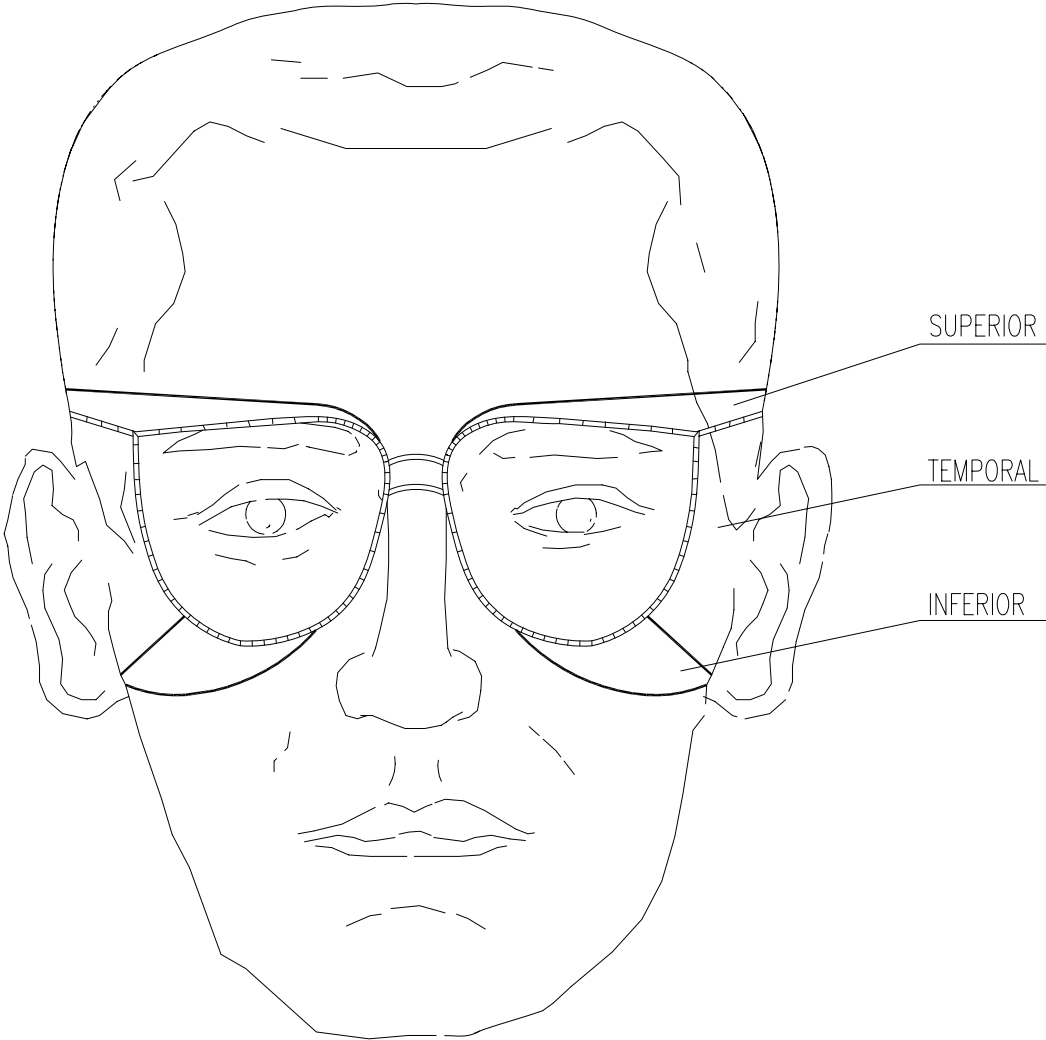
FIRMA		FECHA	09 - 2020
ESCALA	S/E	PLANO	SS - 04



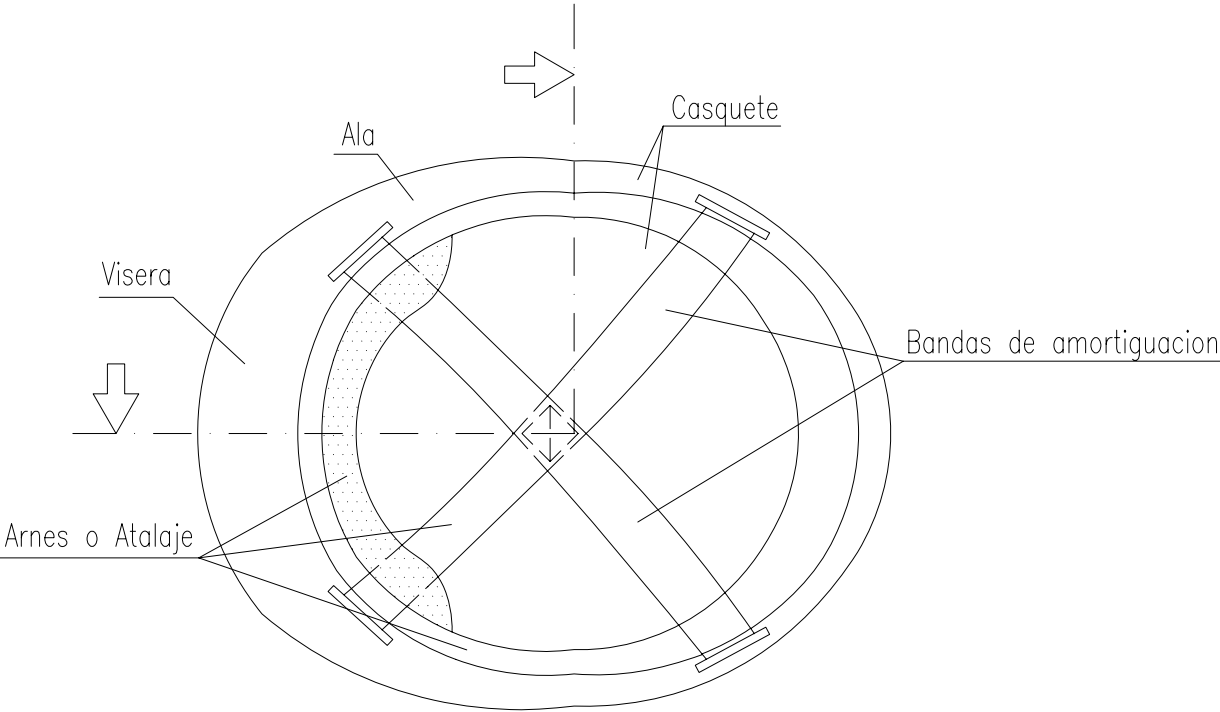
UNIVERSIDADE DA CORUÑA

PROTECCIONES INDIVIDUALES (GAFAS DE SEGURIDAD II)

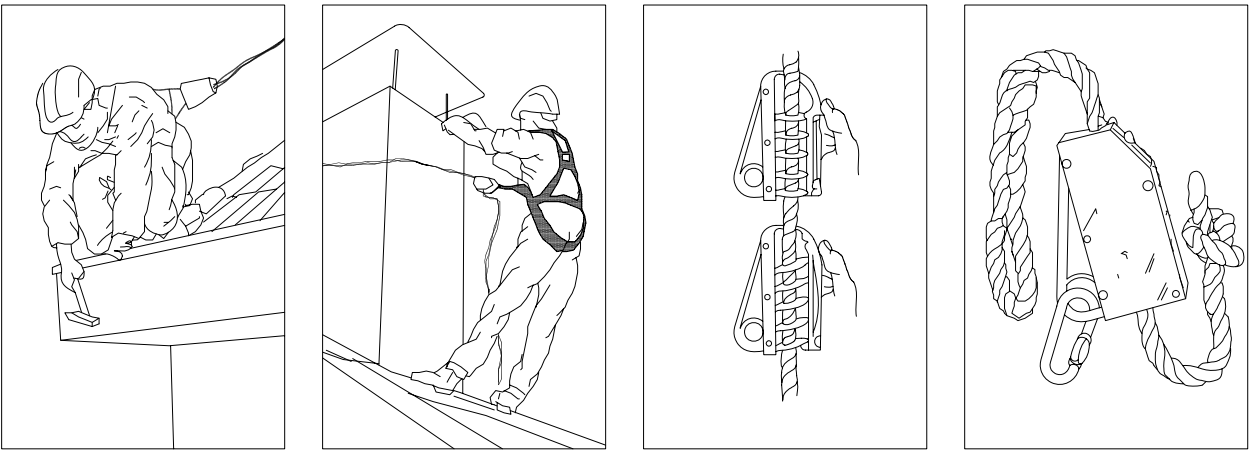
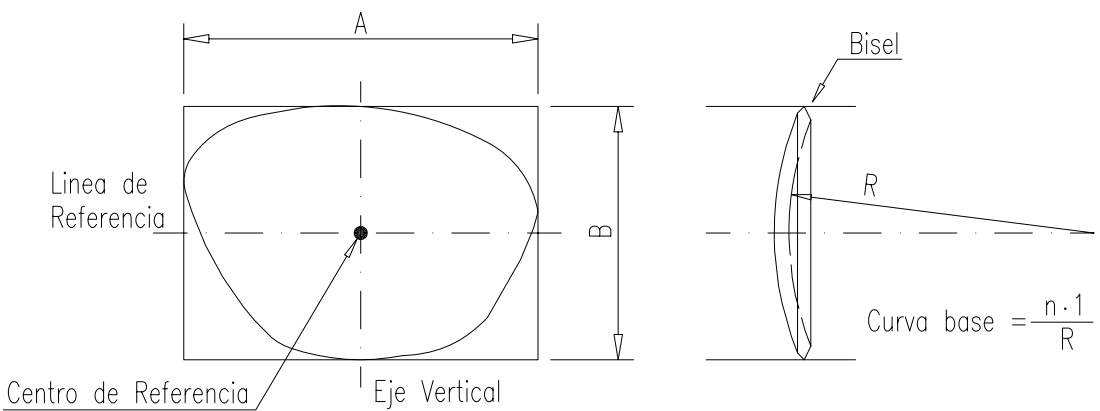
OCULARES



PROTECCIONES INDIVIDUALES (CASCO DE SEGURIDAD)



ANCLAJES CINTURON DE SEGURIDAD (Seguro de anclaje móvil)



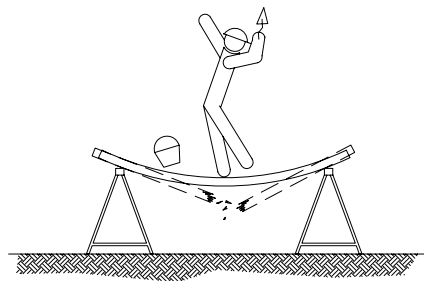
TÍTULO DEL PROYECTO	CREACIÓN DE RED PARA LA UTILIZACIÓN DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA
SITUACIÓN	MONTE SAN PEDRO Y PARQUE DE BENS, A CORUÑA

AUTOR DEL PROYECTO	JOSÉ PAJARRÓN PUGA
PLANO	SEGURIDAD Y SALUD - EPIS

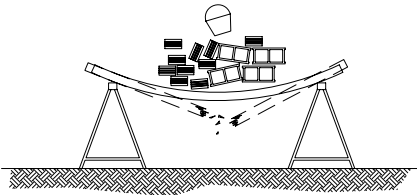
FIRMA	09 - 2020
ESCALA	PLANO
S/E	SS - 05



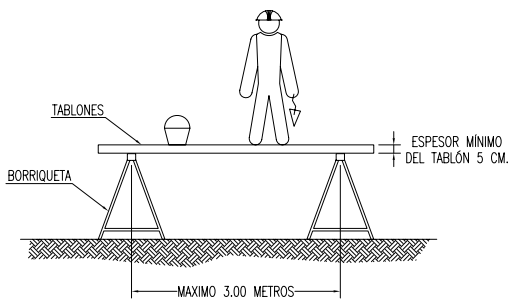




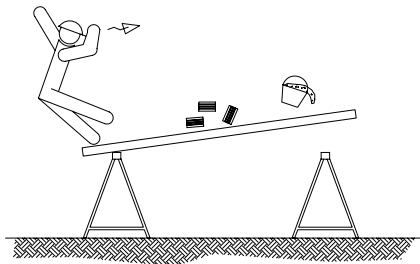
SI LA DISTANCIA ENTRE BORRIQUETAS ES MAYOR DE 3 METROS, EXISTE EL PELIGRO QUE LOS TABLONES DE LA PLATAFORMA PUEDAN FLECHAR O INCLUSO LLEGAR A ROMPERSE.



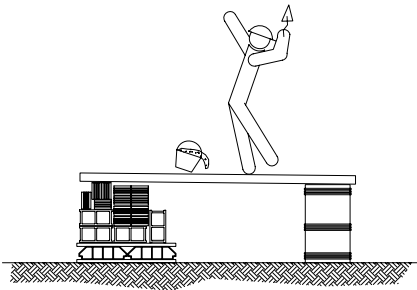
NO SOBRECARGAR LOS TABLONES CON EXCESIVA CANTIDAD DE MATERIALES CONCENTRADOS EN UN MISMO PUNTO QUE PODRIA DESEQUILIBRAR O INCLUSO LLEGAR A PARTIR LOS TABLONES REPARTIE EL PESO DE MANERA UNIFORME Y SIN CARGAS EXCESIVAS.



LA ANCHURA MINIMA DE LA PLATAFORMA DEL ANDAMIO SERA DE 60 CENTIMETROS. LOS TABLONES DE LA PLATAFORMA IRAN ATADOS O BIEN SUJETOS A LAS BORRIQUETAS. EN ALTURAS SUPERIORES A 2 METROS, SE DISPONDRAN BARANDILLAS EN TODO EL PERIMETRO.



NO APOYARSE EN EL CONJUNTO EN NINGUNO DE SUS EXTREMOS.

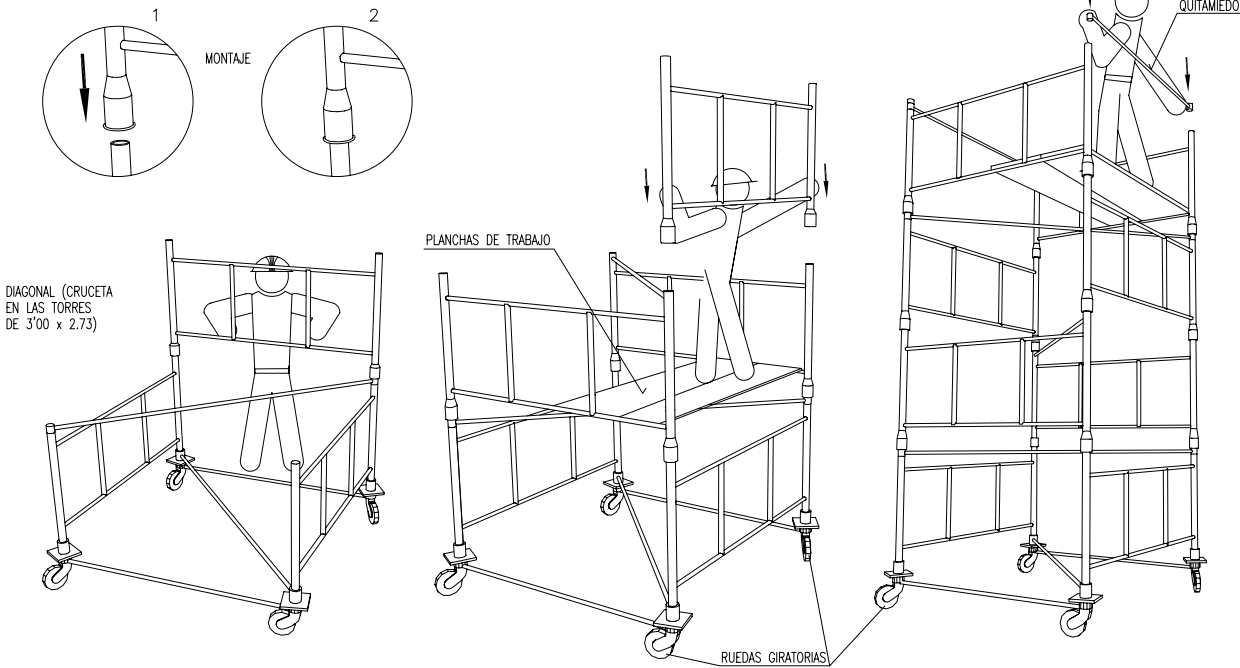


NO UTILIZAR PARA EL APOYO DE LOS TABLONES, OTRO ELEMENTO DISTINTO DE LAS BORRIQUETAS.

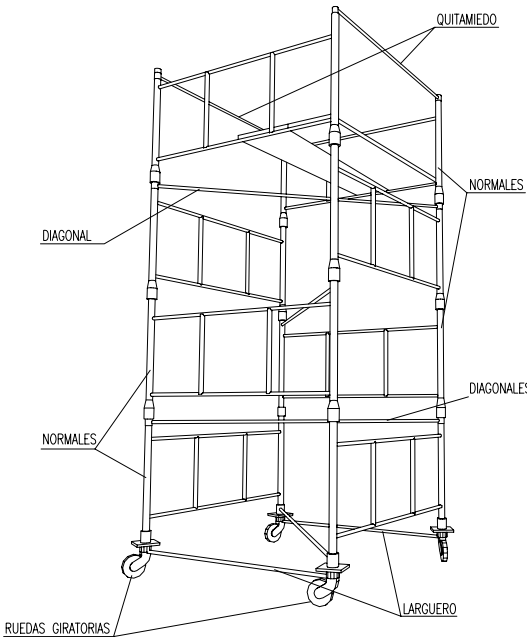
ANDAMIOS DE BORRIQUETAS.

ALTURAS MÁXIMAS Y CARGAS ADMISIBLES EN TORRES O CASTILLETES

MONTAJE DE TORRES MÓVILES



DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS TORRES :  
TORRE DE 2'00 x 2'00 metros de Base. Estructura formada por elementos de 2'00 x 1'00 metros y diagonales, pudiendo alcanzar una altura maxima de 10 metros sin necesidad de arriostramiento  
TORRE DE 3'00 x 2'73 metros de Base. Estructura formada por elementos de 3'00 x 1'00 metros y crucetas, pudiendo alcanzar una altura maxima de 13 metros sin necesidad de arriostramiento



CARGAS ADMISIBLES	
2400 Kg.	Para castilletes o torres fijas (incluido su peso propio).
2000 Kg.	Para castilletes o torres moviles sobre ruedas de hierro (incluido su peso propio).
1000 Kg.	Para castilletes o torres moviles sobre ruedas de goma (incluido su peso propio).
ALTURAS MAXIMAS DE TRABAJO	
4 Veces	Para castilletes o torres fijas (incluido su peso propio).
3 Veces	Para castilletes o torres moviles sobre ruedas de hierro (incluido su peso propio).



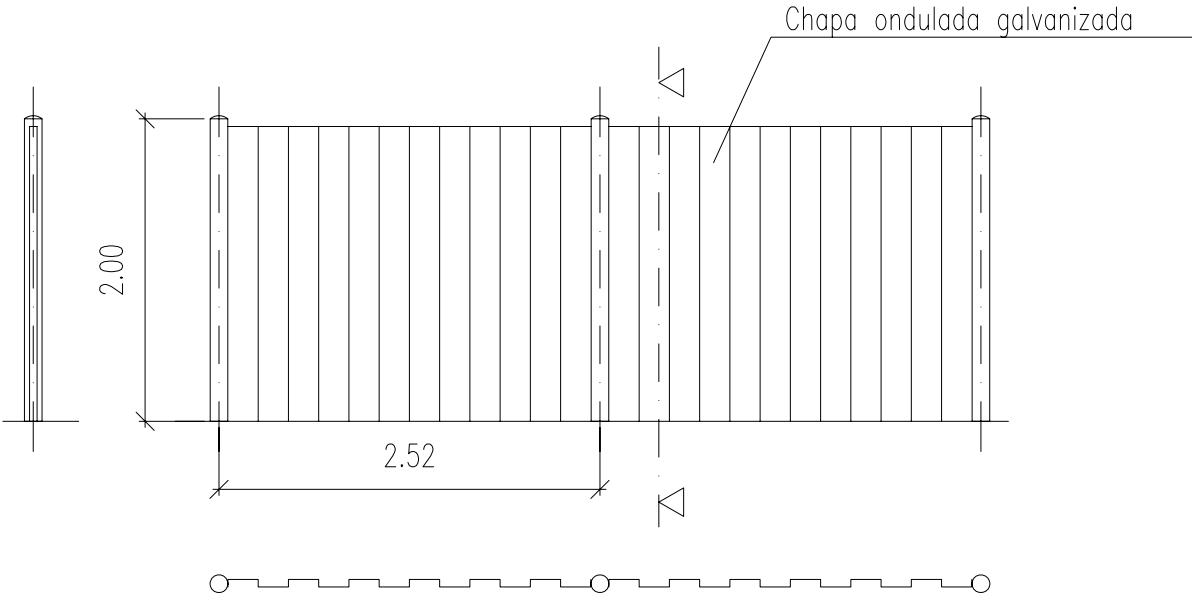
TÍTULO DEL PROYECTO	CREACIÓN DE RED PARA LA UTILIZACIÓN DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA
SITUACIÓN	MONTE SAN PEDRO Y PARQUE DE BENS, A CORUÑA

AUTOR DEL PROYECTO	JOSÉ PAJARRÓN PUGA
PLANO	SEGURIDAD Y SALUD - TORRES Y BORRIQUETAS

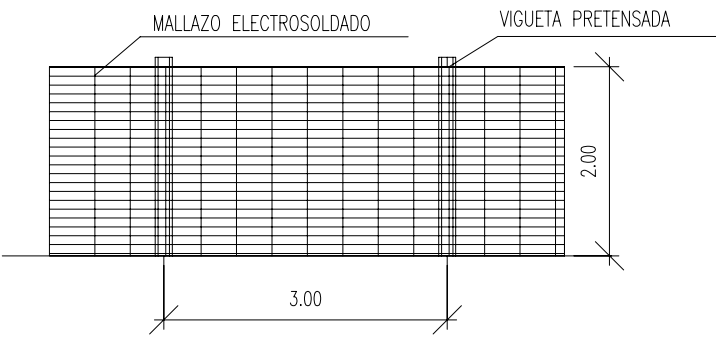
FIRMA	FECHA
	09 - 2020
ESCALA	PLANO
S/E	SS - 06



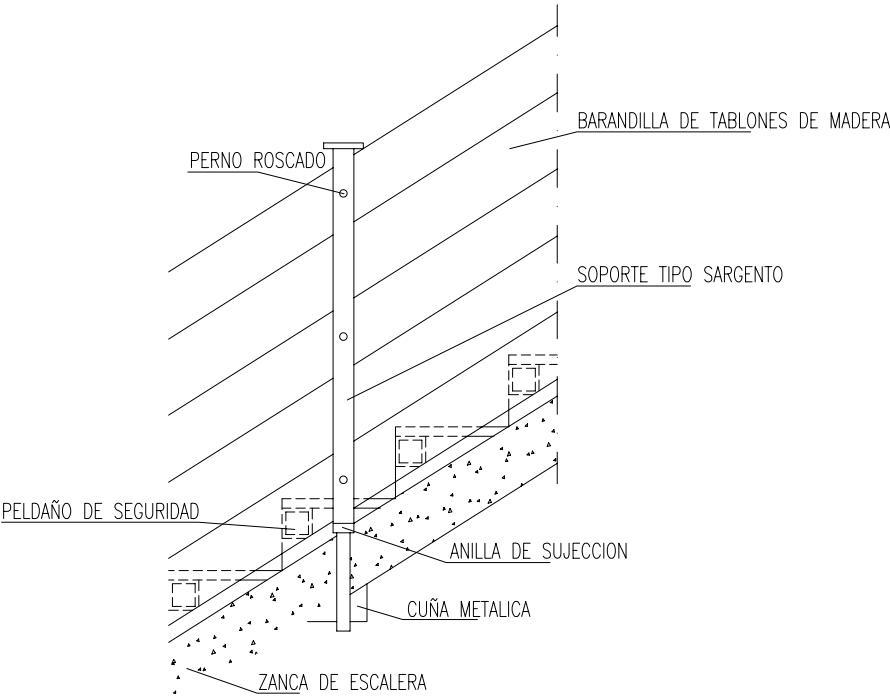
VALLA CON POSTES Y CHAPA GALVANIZADA



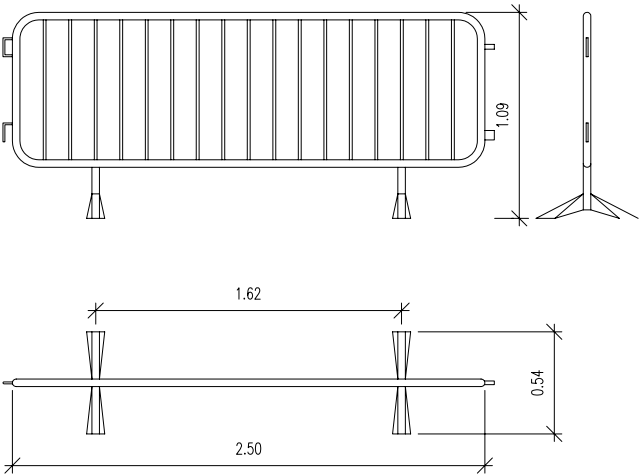
VALLA CON MALLAZO METALICO



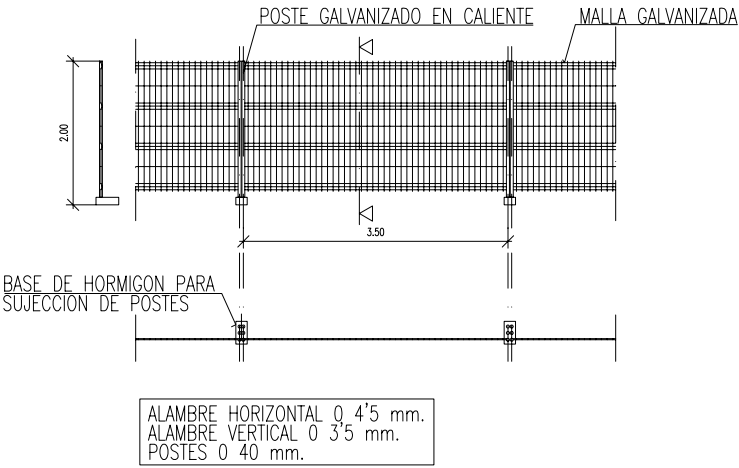
DETALLE BARANDILLA DE ESCALERA



VALLA MOVIL DE PROTECCION Y PROHIBICION DE PASO



VALLA DE POSTES Y MALLA GALVANIZADA



LAS UNIONES ENTRE POSTES SE REALIZARA MEDIANTE ACCESORIOS DE FIJACION INCORPORADOS



TÍTULO DEL PROYECTO	CREACIÓN DE RED PARA LA UTILIZACIÓN DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA
SITUACIÓN	MONTE SAN PEDRO Y PARQUE DE BENS, A CORUÑA

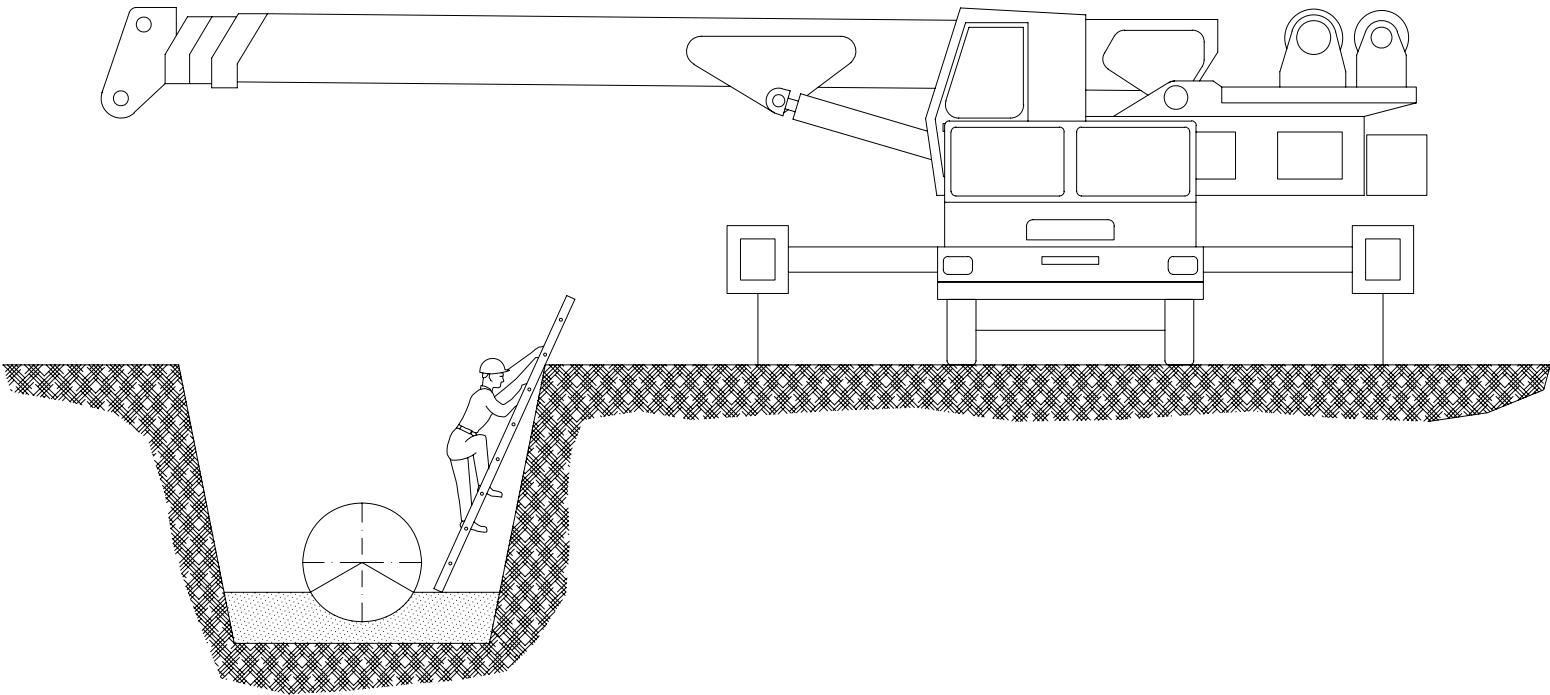
AUTOR DEL PROYECTO	JOSÉ PAJARRÓN PUGA
PLANO	SEGURIDAD Y SALUD - DETALLE VALLAS Y BARANDILLAS

FIRMA		FECHA	09 - 2020
ESCALA	S/E	PLANO	SS - 07

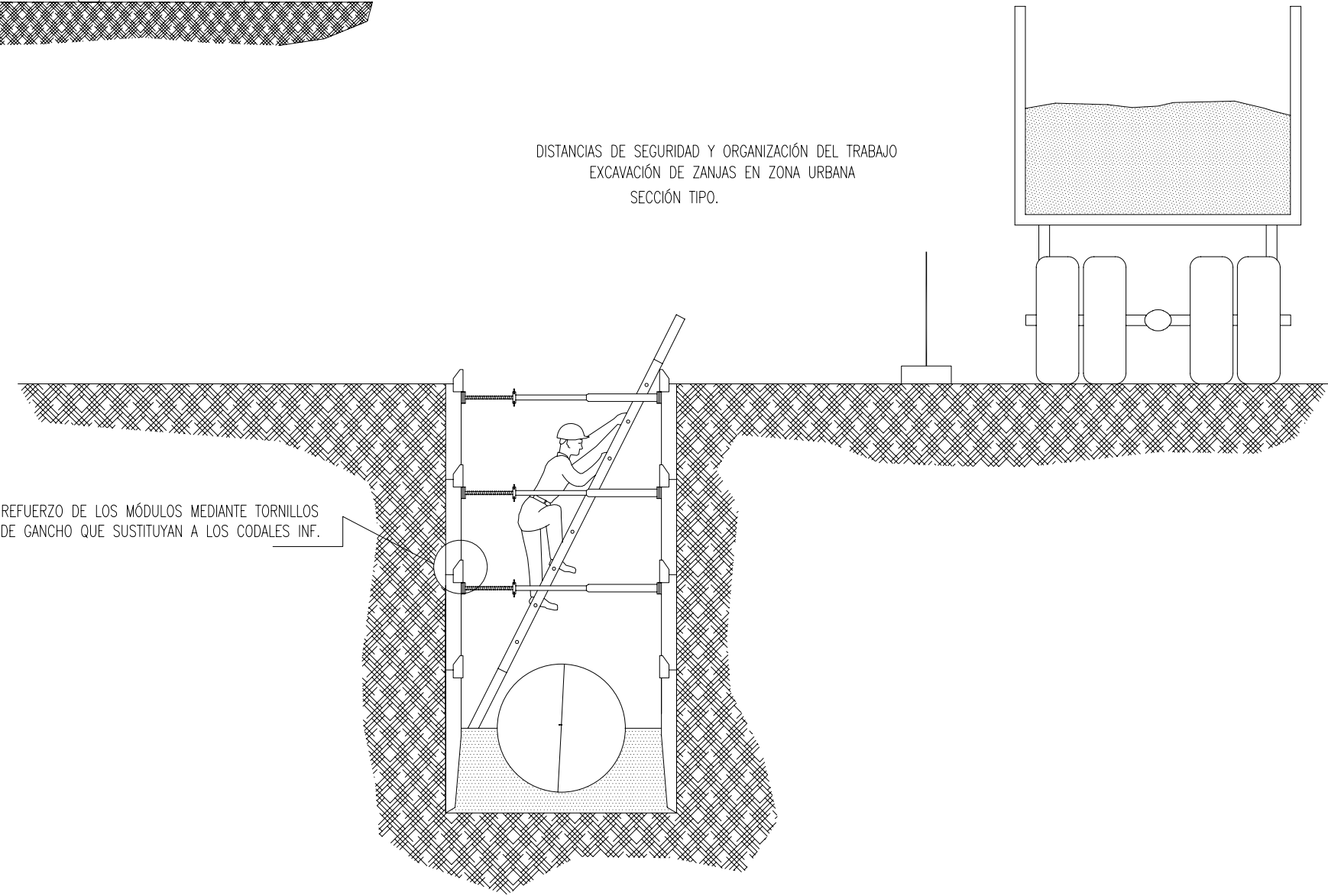


DISTANCIAS DE SEGURIDAD Y ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

EXCAVACIÓN DE ZANJAS EN ZONAS RÚSTICAS  
SECCIÓN TIPO.



DISTANCIAS DE SEGURIDAD Y ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO  
EXCAVACIÓN DE ZANJAS EN ZONA URBANA  
SECCIÓN TIPO.



TÍTULO DEL PROYECTO	CREACIÓN DE RED PARA LA UTILIZACIÓN DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA
SITUACIÓN	MONTE SAN PEDRO Y PARQUE DE BENS, A CORUÑA

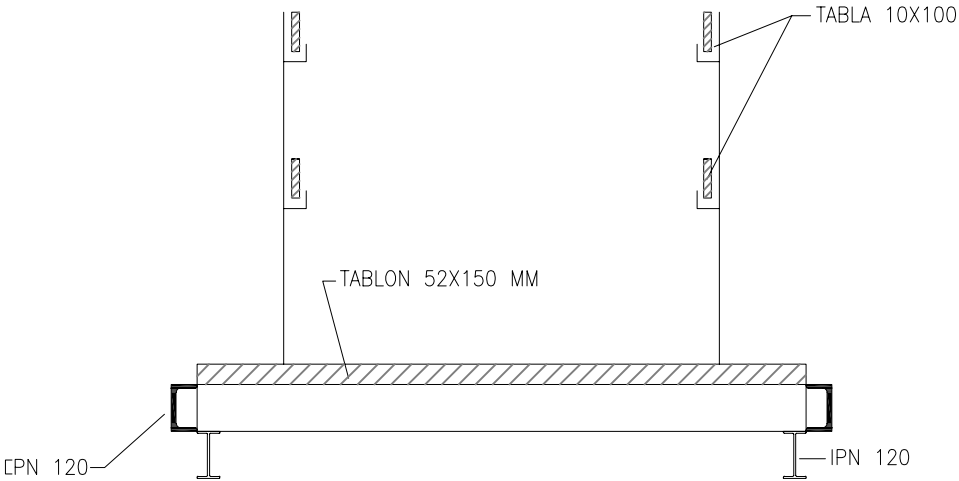
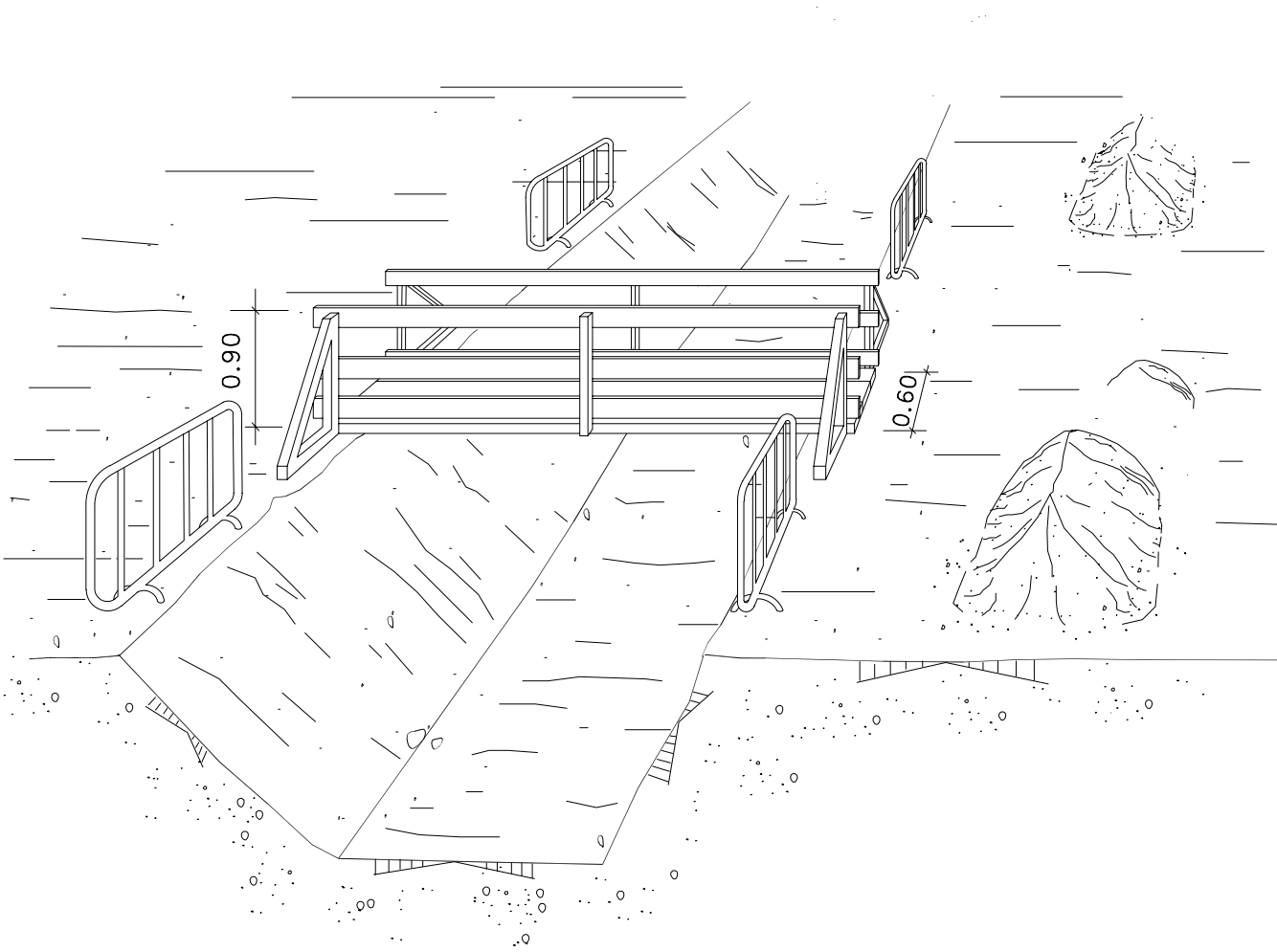
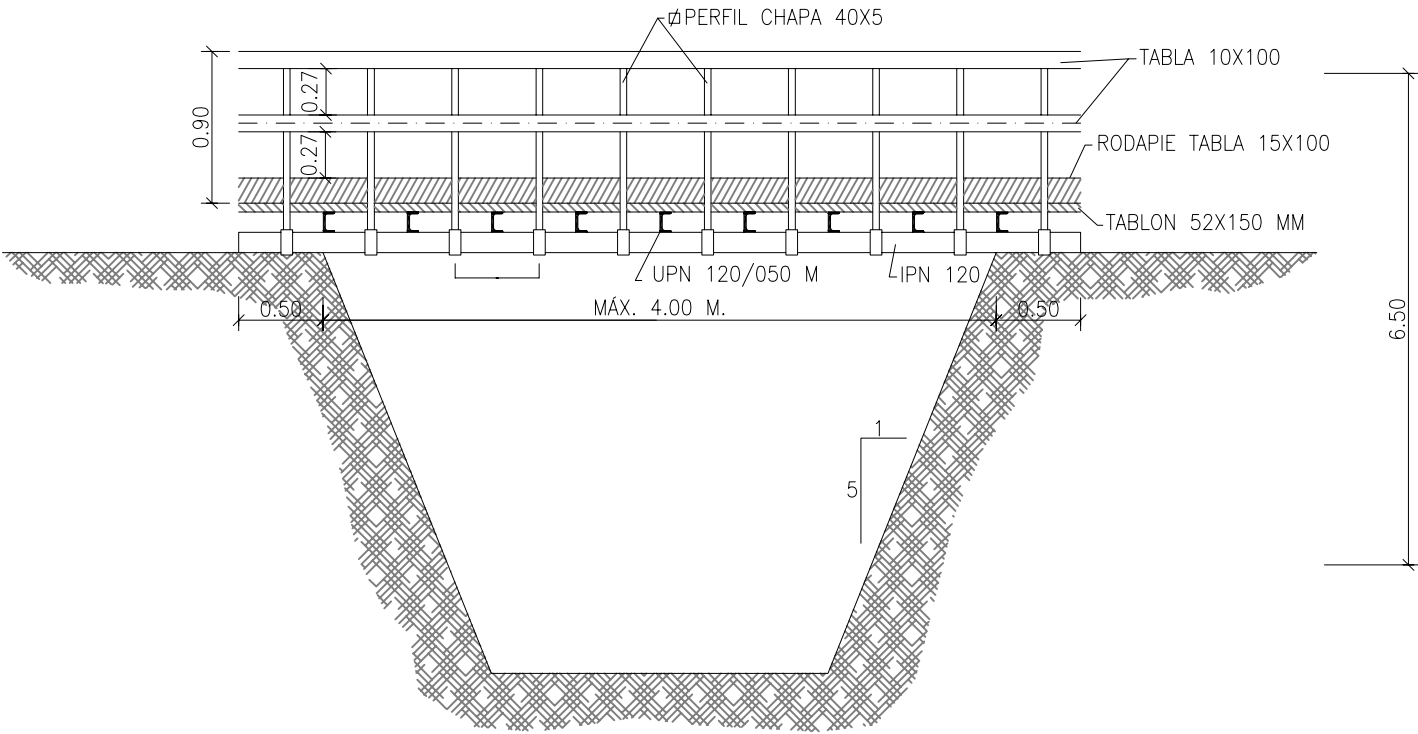
AUTOR DEL PROYECTO	JOSÉ PAJARRÓN PUGA
PLANO	SEGURIDAD Y SALUD - APERTURA Y ENTIBADO DE ZANJAS

FIRMA	FECHA
	09 - 2020
ESCALA	PLANO
S/E	SS - 08





PROTECCIONES EN ZANJAS



TÍTULO DEL PROYECTO	CREACIÓN DE RED PARA LA UTILIZACIÓN DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA
SITUACIÓN	MONTE SAN PEDRO Y PARQUE DE BENS, A CORUÑA

AUTOR DEL PROYECTO	JOSÉ PAJARRÓN PUGA
PLANO	SEGURIDAD Y SALUD - PROTECCIÓN ZANJAS

FIRMA		FECHA	09 - 2020
ESCALA	S/E	PLANO	SS - 09



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 15:  
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## **APÉNDICE II PLIEGO Y PRESUPUESTO**



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente Pliego de Condiciones Particulares forma parte del Estudio de Seguridad y Salud del Proyecto, y se redacta en cumplimiento del artículo 5.2.b del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción.

## 2. NORMAS LEGALES Y REGLAMENTARIAS

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Ley 31/1995 de 8-11-95, por la que se aprueba la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. nº 269 de 10-11-95).
- Ley 31/1995 de 8-11-95, por la que se aprueba la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. nº 269 de 10-11-95).
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por la que se desarrolla el artículo 24 de la ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17-01-97, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (B.O.E. nº 27 de 31-01-97).
- Orden de 27-06-97, por el que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17-01-97, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención en relación con las condiciones de acreditación de las entidades especializadas como servicios de prevención ajenos a las empresas, de autorización de las personas o entidades especializadas que pretenden desarrollar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas y de autorización de las entidades públicas o privadas para desarrollar y certificar actividades formativas en materia de prevención de riesgos laborales (B.O.E. nº 159 de 4-07-97).
- Real Decreto 780/1998 de 30-04-98, por el que modifica el R.D. 39/1997 (BOE 1-05-98).
- Real Decreto 1627/1997, de 24/10/97, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (BOE nº 256 de 25-10-97).
- Real Decreto 604/2006, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 487/1997, de 14-04-97, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores (BOE nº 97 de 23-04-97).
- Real Decreto 488/1997, de 14-04-97, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización (BOE nº 97 de 23-04-97).
- Real Decreto 664/1997, de 12-05-97, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo (BOE nº 124 de 24-05-97).
- Real Decreto 665/1997, de 12-05-97, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo (BOE nº 124 de 24-05-97).
- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- Real Decreto 349/2003, de 21 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a

agentes cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos.

- Real Decreto 1215/1997, de 18-07-97, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo (BOE nº 188 de 7-07-97).
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006.
- Real Decreto 327/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Orden 22-11-2007, que desarrolla el procedimiento de habilitación del libro de subcontratación (regulado en el RD 1109/2007).
- Ley 42/1997, de 14-11-97, Ordenadora de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social (BOE 15-11-97).
- Real Decreto 688/2005, de 10 de junio, por el que se regula el régimen de funcionamiento de las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social como servicio de prevención ajeno.
- Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico. BOE núm.279 de 21 de noviembre de 2002.

### Estatuto de los trabajadores

- Ley 11/1994, de 19-03-94, por la que se modifican determinados artículos del Estatuto de los Trabajadores y del texto articulado de la Ley de Procedimiento Laboral y de la Ley sobre infracciones y sanciones en el orden social (BOE nº 122 de 23-05-94).
- Ley 1/1995, de 24-03-95, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores (BOE nº 75 de 29-03-95).

### Ley general de la Seguridad Social

- Decreto 2065/1974, de 30-05-74 (BOE nº 173 y 174 de 20 y 22-07-74).
- Real Decreto 1/1994, de 3-06-94, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social (BOE nº 154 de 29-06-94).
- Real Decreto 1/1986, de 14-03-86, por la que se aprueba la Ley General de la Seguridad Social (BOE nº 73 de 26-03-86). Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Orden de 31-01-40, por la que se aprueba el Reglamento de Seguridad en el Trabajo. Capítulo VII sobre andamios (BOE de 03-02-40 y 28-02-40). En lo que no se encuentre derogado por el R.D. 1627/1997.
- Orden de 20-05-52, por la que se aprueba el Reglamento de Seguridad del Trabajo en la Industria de la Construcción y Obras Públicas (BOE de 15-06-52). En lo que no se encuentre derogado por el R.D. 1627/1997.
- Orden de 9-03-71, por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (BOE nº 64 y 65 de 16 y 17-03-71). Corrección de errores (BOE de 6-04-71). Únicamente capítulo VI (resto derogado por Ley 31/95 y Reglamentos de Desarrollo).





Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica

- Convenio General del Sector de la Construcción.
- Convenio Provincial del Sector de la Construcción.
- Convenio nº 62 de la OIT, de 23-06-37, sobre Prescripciones de Seguridad en la Industria de la Edificación (BOE de 20-08-59). Ratificado por Instrumento de 12-06-58.
- Decreto 2987/68, de 20-09-68, por el que se establece la Instrucción para el Proyecto y Ejecución de obras (BOE de 3-12-68 y 6-12-68).
- Orden de 28-07-70, Ministerio Trabajo, por la que se aprueba la Ordenanza Laboral de la Industria de la Construcción, Vidrio y Cerámica (BOE de 5, 6, 7, 8 y 9-09-70). Rectificado posteriormente (BOE de 17-10-70). Interpretación por Orden de 21-11-70 (BOE de 28-11-70) y por Resolución de 24-11-70 (BOE de 5-12-70). Modificado por Orden de 22-03-72 (BOE de 31-03-72). En relación con la Disposición final primera del Convenio General del Sector de la Construcción (año 1997) (Parte no derogada).
- Orden de 4-06-73, del Ministerio de la Vivienda por el que se establece el Pliego Oficial de Condiciones Técnicas de la Edificación (BOE de 13-06-73 y 14, 15, 16, 18, 23, 25 y 26-06-73).
- Orden de 28-07-77, por la que se establecen las Normas Tecnológicas de la Edificación. Clasificación Sistemática (BOE de 31-05-83). Modificada por ORDEN de 4-07-83 (BOE de 4-08-83).
- Real Decreto 314/2006, del 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Señalización de Seguridad en los centros y locales de trabajo

- Orden de 6-06-73, sobre carteles en obras (BOE de 18-06-73).
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Directiva 92/58/CEE del Consejo, de 24 de junio de 1992, establece las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Normas de iluminación de Centros de Trabajo

- Real Decreto 486/1997, de 14-04-97, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (BOE nº 97 de 23-04-97).

Contaminantes físicos (ruido y vibraciones)

- Convenio 148 de la OIT, 20-06-77. Ratificado por instrumento 24-11-80 (BOE 30-12-81). Protección de los trabajadores contra riesgos debida a la contaminación de aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo.
- Reglamento de Actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas (Decreto 30-11-61) (BOE 7-12-61).
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de febrero, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido).
- Real Decreto 212/2002, del 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

- Real Decreto 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Directiva 2002/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (vibraciones).

Contaminantes químicos

- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIEAPQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6 y MIE-APQ-7.

Manutención manual

- Decreto de 26-07-57. Ministerio de Trabajo, por el que se fijan los trabajos prohibidos a menores de 18 años y mujeres (BOE de 26-08-57). Rectificación (BOE de 5-09-57). Derogado parcialmente, en lo que se refiere al trabajo de las mujeres por la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Convenio 127 de la OIT, Jefatura de Trabajo, relativo al peso máximo de carga transportada por un trabajador (BOE de 15-10-70). Ratificado por España por Instrumento de 6-03-69.

Aparatos Elevadores

- Real Decreto 2291/1985, Ministerio de Industria, de 8-11-85, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos Elevadores y Manutención de los mismos (BOE nº 296 de 11-12-85).
- Real Decreto 1314/1997, de 1 de agosto por el que se modifica el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención aprobado por el R.D.2291/1985.
- Resolución de 10 de septiembre de 1998, que desarrolla el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención aprobado por el Real Decreto 2291/1985.
- Orden de 19-12-85, Ministerio de Industria, por la que se aprueba la ITC MIE-AEM 1 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referente a ascensores electromecánicos (BOE nº 12 de 14-01-86). Rectificado posteriormente (BOE nº 139 de 11-06-86 y nº 169 de 16-07-86). Modificado por Orden de 23-09-87 (BOE nº 239 de 6-10-87). Corrección de errores (BOE de 12-05-88 y 21-10-88). Transposición de la Directiva 86/312/CEE que adapta al progreso técnico la Directiva 84/529/CEE, y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 474/1988, Ministerio de Industria, de 30-03-88, por el que se establecen las disposiciones de aplicación de la Directiva 84/528/CEE, del Consejo de las Comunidades Europeas, sobre aparatos elevadores y de manejo mecánico (BOE nº 121 de 20-05-88).
- Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica complementaria "MIE-AEM-2" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
- Real Decreto 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción Técnica complementaria MIE-AEM-4 del Reglamento de aparatos de elevación y manutención referente a grúas móviles autopropulsadas.
- Orden de 26-05-89, Ministerio de Industria, por la que se aprueba la ITC MIE-AEM 3 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referente a carretillas automotoras de manutención (BOE nº 137 de 9-06-89).

Electricidad



- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 3275/1982, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 614/2001, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Decreto 3151/1968, de 28-11-86, por el que se aprueba el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (BOE nº 311 de 27-12-68 y nº 58 de 8-03-68).
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Este RD contiene 51 Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC).

#### Seguridad en máquinas

- Convenio 119 de la OIT, Jefatura del Estado, de 25-06-63, sobre protección de maquinaria (BOE de 30-11-72).
- Real Decreto 377/2001, de 6 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 1459/1986.
- Orden de 8-04-91, Ministerio de Relaciones con las Cortes, por la que se establecen las Instrucciones Técnicas Complementarias MSG-SM 1 del Reglamento de Seguridad de las máquinas, referente a máquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección usados (BOE nº 87 de 11-04-91).
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.

#### Protección personal

- Real Decreto 1407/1992, de 20-11-92, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Orden Ministerial de 16 de mayo de 1994 (BOE nº 130 de 1-6-94), que amplía hasta el 30 de junio de 1995 el período transitorio establecido en el Real Decreto 1407/92, por lo que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual (EPI).
- Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre. BOE de 8 de marzo.
- Orden de 20 de febrero de 1997, por la que se modifica el anexo del Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, que modificó a su vez el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre.
- Real Decreto 773/1997, de 30-05-97, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual (BOE nº 140 de 12-06-97).
- Directiva 89/686/CEE establece las exigencias mínimas esenciales que deberán cumplir todos los equipos de protección individual.
- Orden de 30 de Julio de 1981 (BOE nº 271 de 12-11-1981), por la que se aprueban las Normas de Seguridad para el ejercicio de las actividades subacuáticas, en aguas marítimas e interiores.

### 3. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

Antes de comenzar las obras, deberán supervisarse las prendas y los elementos de protección individual y colectiva con el objeto de garantizar que su estado de conservación y sus condiciones de utilización son óptimos. En caso contrario se desecharán adquiriendo por parte del Contratista otros nuevos. Todos los

equipos de protección individual se ajustarán a las normas contenidas en los Reales Decretos 1407/1992 y 773/1997. Adicionalmente, en cuanto se vean modificadas por los anteriores, se considerarán aplicables las Normas Técnicas Reglamentarias M.T. en materia de homologación de los equipos, en aplicación de la O.M. de 17-05-1974 (B.O.E. 29-05-74).

Todo elemento de protección personal se ajustará a las Normas UNE, siempre que exista Norma de referencia. En caso de que no exista Norma de Homologación oficial serán de calidad adecuada a las prestaciones respectivas que se les pide, para lo que se pedirá al fabricante informe de los ensayos realizados.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente. El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo. Los medios de protección personal serán situados en un almacén previamente al inicio de los trabajos, en cantidades suficientes para dotar al personal que los haya de precisar. Se controlará la disponibilidad de cada medio de protección para, oportunamente, realizar la reposición necesaria.

Los medios de protección colectiva, que no sean los ya incorporados a la maquinaria, serán dispuestos antes de iniciar los trabajos que puedan precisarlos.

#### 3.1. Equipos de protección individual

Los equipos de protección individual se utilizarán cuando los riesgos no se hayan podido evitar o limitarse suficientemente, por medios técnicos tales como la protección colectiva o por medio de medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo, y queden aún una serie de riesgos de cuantía significativa.

##### 3.1.1. Casco de seguridad no metálico

Los cascos utilizados por los operarios pueden ser: Clase N, cascos de uso normal, aislantes para baja tensión (1.000 V) o clase E, distinguiéndose la clase E.AT aislante para la alta tensión (25.000 V).

El casco constará de casquillo, que define la forma general del casco y éste, a su vez, de la parte superior o copa, una parte más alta de la copa, y en la orilla que se extiende a lo largo del contorno de la base de la copa. La parte del ala situada por encima de la cara podrá ser más ancha, constituyendo la visera.

El arnés o tronco es el elemento de sujeción que sostendrá el casquillo sobre la cabeza del usuario.

La luz libre, distancia entre la parte interna de la cima de la copa y la parte superior del tronco, siempre será superior a 21 milímetros.

La altura del arnés, medida desde la orilla inferior de la banda de contorno a la zona más alta del mismo, variará de 75 milímetros a 85 milímetros, de la menor a la mayor talla posible.

La masa del casco completo, determinada en condiciones normales y excluidos los accesorios, no sobrepasará en ningún caso los 450 gramos. La anchura de la banda de contorno será como mínimo de 25 milímetros.

En caso del casco clase E-AT, las tensiones de ensayo en el aislamiento y en la perforación serán de 25 kV y 30 kV respectivamente. En ambos casos la corriente de escape no podrá ser superior a 10 mA.

##### 3.1.2. Gafas de seguridad

Las gafas de seguridad que utilizarán los operarios, serán gafas de montura universal contra impactos, como mínimo clase A, estando convenientes las de clase D.





Las gafas tendrán que cumplir los requisitos que siguen: Serán ligeras de peso y de buen acabado, no existiendo rebabas ni aristas cortantes o punzantes. Podrán limpiarse fácilmente y tolerarán desinfecciones periódicas sin disminución de sus prestaciones. No existirán vacíos libres al ajuste de los oculares a la montura. Dispondrán de aireación suficiente para evitar en la medida de lo posible el empañamiento de los oculares en condiciones normales de uso. Todas las piezas o elementos metálicos, en el modelo tipo, se someterán a un ensayo de corrosión, no teniendo que observarse la aparición de puntos apreciables de corrosión. Los materiales no metálicos que entren en su fabricación no tendrán que inflamarse al someterse a un ensayo de 500°C de temperatura y, sometidos a la llama, la velocidad de combustión no será superior a 60 mm/minuto. Los oculares estarán firmemente fijados a la montura, no teniendo que desprenderse a causa de un impacto de bola de acero de 44 gr. de masa, desde 130 cm de altura, repetido tres veces consecutivas.

Los oculares estarán contruidos en cualquier material de uso oftálmico, que soporte las pruebas correspondientes.

### 3.1.3. Protectores auditivos

El protector auditivo que utilizarán los operarios, será como mínimo clase E.

Es una protección personal utilizada para reducir el nivel de ruido que perciba el operario cuando está situado en ambiente ruidoso. Consiste en dos casquetes que se ajustan convenientemente a cada lado de la cabeza por medio de elementos compresibles blandos, quedando la oreja en su interior, y el sistema de sujeción por arnés.

El modelo tipo habrá estado probado por un escucha, es decir, persona con una pérdida de audición no mayor de 10 dB, respecto de un audiograma normal en cada uno de los oídos y para cada una de las frecuencias de ensayo.

Los protectores auditivos de clase E cumplirán los siguientes requerimientos:

- Para frecuencias bajas menores de 250 Hz la suma de atenuación será de 10 db.
- Para frecuencias medias de 500 a 4000 Hz, la atenuación mínima de 20 db.
- Para frecuencias altas de 6000 a 8000 Hz, la suma mínima de atenuación será de 35 db.

Todos los protectores auditivos que se utilicen por los operarios estarán homologados por los ensayos contenidos en la Norma Técnica Reglamentaria MT-2.

### 3.1.4. Mascarilla antipolvo

La mascarilla antipolvo es un adaptador facial que cubre las entradas a las vías respiratorias, estando sometido, el aire del medio ambiente, antes de su inhalación por el usuario, a una filtración de tipo mecánica. La mascarilla antipolvo que utilizarán los operarios estará homologada.

Los materiales constituyentes del cuerpo de la mascarilla podrán ser metálicos, elastómeros o plásticos, con las características que siguen. No producirán dermatosis y su olor no podrá ser causa de trastornos en el trabajador. Serán incombustibles o de combustión lenta. Los arneses podrán ser cintas portadoras: los materiales de las cintas serán de tipo elastómero y tendrán las características expuestas anteriormente. Las mascarillas podrán ser de diversas medidas, pero en cualquier caso tendrán unas dimensiones tales que cubran perfectamente las entradas a las vías respiratorias.

La válvula de inhalación, su escape no podrá ser superior a 2.400 ml/minuto en la exhalación y su pérdida de carga en la inhalación no podrá ser superior a 25 milímetros de columna de agua (238 Pa).

El cuerpo de la mascarilla ofrecerá un buen ajuste con la cara del usuario y sus uniones con los diferentes elementos

### 3.1.5. Guantes de seguridad

Los guantes de seguridad utilizados por los operarios, serán de uso general anticorte, antipinchazos, y antierosiones por el manejo de materiales, objetos y herramientas.

Estarán confeccionados con materiales naturales o sintéticos, no rígidos, impermeables a los agresivos de uso común y de características mecánicas adecuadas. No tendrán orificios, grietas o cualquier otra deformación o imperfección que disminuya sus propiedades.

Se adaptarán a la configuración de las manos haciendo confortable su uso. No serán en ningún caso ambidiestros.

Los materiales que entren en su composición y formación nunca producirán dermatosis.

### 3.1.6. Guantes aislantes de la electricidad

Los guantes aislantes de la electricidad que utilizarán los operarios, serán para actuar sobre instalación de baja tensión, hasta 1.000 V, o para maniobra de instalación de alta tensión hasta 30.000 V.

En los guantes se podrá utilizar como materia prima en su fabricación caucho de alta calidad, natural o sintético, o cualquier otro material de similares características aislantes o mecánicas, pudiendo llevar o no un revestimiento interior de fibras textiles naturales. En caso de guantes que posean este revestimiento cubrirá la totalidad de la superficie interior del guante.

No tendrán costuras, grietas o cualquier deformación o imperfección que disminuya sus propiedades.

Se adaptarán a la configuración de las manos, haciendo confortable su uso. No serán en ningún caso ambidiestros.

Los aislantes de baja tensión serán guantes normales, con longitud desde la punta del dedo medio o corazón al hilo del guante menor o igual a 430 mm. Los aislantes de alta tensión serán largos, mayor la longitud de 430 mm. El espesor será variable, según los diversos puntos del guante, pero el máximo admitido será de 2,6 mm.

### 3.1.7. Calzado de seguridad

El calzado de seguridad que utilizarán los operarios, serán botas de seguridad clase III. Es decir, provistas de puntera metálica de seguridad para protección de los dedos de los pies contra los riesgos debidos a caídas de objetos, golpes, aplastamientos y suela de seguridad para protección de las plantas de los pies contra pinchazos.

La bota tendrá que cubrir convenientemente el pie y sujetarse al mismo, permitiendo desarrollar un movimiento adecuado en el trabajo. No tendrá imperfecciones y estará tratada para evitar deterioros por agua o humedad. El forro y el resto de partes internas no producirán efectos nocivos, permitiendo, en la medida de lo posible, la transpiración. Su peso no sobrepasará los 800 gramos. Llevará refuerzos amortiguadores de material elástico. Tanto la puntera como la suela de seguridad tendrán que formar parte integrante de la bota, no pudiéndose separar sin que ésta quede destruida. El material será apropiado a las prestaciones de uso, no tendrá rebabas y aristas y estará montado de forma que no comporte por sí mismo riesgo, ni produzca daños al usuario. Todos los elementos metálicos que tengan función protectora serán resistentes a la corrosión.





El modelo tipo sufrirá un ensayo de resistencia al calentamiento sobre la puntera hasta los 1.500 Kg (14.715 N), y la luz libre durante la prueba será superior a 15 milímetros, no sufriendo rotura.

También se ensayará en el impacto, manteniéndose una luz libre mínima y no apreciándose rotura. El ensayo de perforación se hará mediante punzón con fuerza mínima de perforación Kgf (1.079 N), sobre la suela, sin que se aprecie perforación.

### 3.1.8. Bota impermeable al agua y a la humedad

Las botas impermeables al agua y a la humedad que utilizarán los operarios, serán clase N, pudiéndose utilizar también la clase E.

La bota impermeable tendrá que cubrir convenientemente el pie y, como mínimo, el tercio inferior de la pierna, permitiendo al usuario desarrollar el movimiento adecuado para caminar en la mayoría de los trabajos.

La bota impermeable tendrá que confeccionarse con caucho natural o sintético o con otros productos sintéticos, no rígidos, y siempre que no afecten la piel del usuario.

Asimismo, no tendrán imperfecciones o deformaciones que disminuyan sus propiedades, así como de orificios, cuerpos extraños u otros defectos que puedan disminuir su funcionalidad.

Los materiales de la suela y el tacón tendrán que poseer unas características adherentes que eviten resbalones, tanto en suelos secos como en aquellos que estén afectados por el agua.

El material de la bota tendrá unas propiedades tales que impedirán el paso de la humedad ambiente hacia el interior.

### 3.1.9. Cinturón de seguridad

Los cinturones de seguridad utilizados por los operarios, serán, en términos generales, cinturones de caída clase C, tipo 2ª.

Este cinturón se define como el utilizado para frenar y parar la caída libre de un individuo, de forma que al final de aquel, la energía alcanzada sea absorbida en gran parte por elementos integrantes del cinturón, manteniéndose los esfuerzos transmitidos en la persona por debajo de un valor prefijado. Está constituido por un arnés extensivo al tronco y piernas, con o sin faja y un elemento de anclaje con amortiguador de caída.

La faja estará confeccionada con materiales flexibles sin empalmes ni deshiladas. Los lados u orillas no tienen que tener aristas vivas que puedan causar molestias. La inserción de elementos metálicos no ejercerá presión directa sobre el usuario.

Todos los elementos metálicos, hebillas, argollas en D y mosquetón, sufrirán en el modelo tipo, un ensayo a la tracción de 700 Kgf (6.867 N) y una carga de rotura no inferior a 1.000 Kgf (9.810 N). Serán también resistentes a la corrosión.

La faja sufrirá ensayo de tracción, flexión, al encogimiento y al desgarrar.

Se tendrán que someter a revisiones periódicas, con objeto de determinar el grado de desgaste, corrosión de las partes metálicas y otros posibles defectos.

Los cinturones se retirarán del servicio cuando:

- Haya sufrido los efectos de una caída desde una altura apreciable, aunque no se manifiesten roturas o deformaciones.

- Pérdida de flexibilidad de los materiales constituyentes del cinturón (arnés, faja, bandas...)
- Existencia de cortes al arnés, faja o bandas.
- Rotura o deformación de algún elemento metálico principal del cinturón (hebilla, argolla en D...).
- Descosidos de costuras principales del cinturón.
- Existencia de rotura de los hilos de la cuerda o elemento de anclaje de los cinturones.
- Los cinturones expuestos a radiaciones solares, ultravioletas... serán rechazados cuando aparezcan unas marcas que denoten cristalización y fragilidad de las fibras, disminuyendo notablemente la resistencia de éstos a la sujeción o impacto de caída del usuario.

### 3.1.10. Equipo para soldador

El equipo de soldador que utilizarán los soldadores, será de elementos homologados.

El equipo estará compuesto por los elementos que siguen: pantalla de soldador, mandil de cuero, un par de manguitos, un par de polainas, y un par de guantes de soldador.

La pantalla será metálica, de la adecuada robustez para proteger al soldador de chispas, escobinas y proyecciones de metal fundido. Estará provista de filtros especiales para la intensidad de las radiaciones a las que tiene que hacer frente. Se podrán poner vidrios de protección mecánica, contra impactos, que podrán ser cubrefiltros o antecristales. Los cubrefiltros protegerán los filtros de los riesgos mecánicos, prolongando así su vida. La misión de los antecristales es la de proteger los ojos del usuario de los riesgos derivados de las posibles roturas que pueda sufrir el filtro, y en aquellas operaciones laborales en las que no es necesario el uso del filtro, como descascarillado de la soldadura o picada de la escoria.

## 3.2. Equipos de protección colectiva

Las protecciones colectivas se instalarán, dispondrán y utilizarán de manera que se reduzcan los riesgos para los trabajadores expuestos a la energía fuera de control apantalladas por el sistema de protección colectiva y por los usuarios de equipos, máquinas o máquinas herramientas y/o por terceros, expuestos a éstos.

Los trabajadores tendrán que poder acceder y permanecer en condiciones de seguridad en todos los lugares necesarios para utilizar, ajustar o mantener las protecciones colectivas.

Antes de utilizar una protección colectiva se comprobará que sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas y que su instalación no representa un peligro para terceros. Las protecciones colectivas dejarán de utilizarse si se producen deterioros, roturas u otras circunstancias que comprometan la eficacia de su función. Cuando se utilicen protecciones colectivas con elementos peligrosos accesibles que no puedan ser totalmente protegidos, tendrán que adoptarse las precauciones y utilizarse las protecciones individuales apropiadas para reducir los riesgos al mínimo posible.

### 3.2.1. Barandillas

Las características que tienen que reunir la barandilla y plintos son:

- Las barandillas y plintos o rodapiés serán de materiales rígidos y resistentes.



- La altura de las barandillas serán de 90 cm como mínimo a partir del nivel del piso, y el hueco existente entre el plinto y la barandilla estará protegido por una barra horizontal o listón intermedio, o por medio de barrotes verticales, con una separación máxima de 15 cm.

- Los plintos tendrán una altura mínima de 15 cm sobre el nivel del piso.

- Las barandillas serán capaces de resistir una carga de 150 kg por metro lineal.

### 3.2.2. Redes de seguridad

Las redes de seguridad tienen por objeto impedir la caída de personas u objetos y, cuando esto no sea posible, limitar la caída de personas y objetos.

Se emplearán los siguientes tipos de redes, en función del elemento a proteger:

- Redes tipo tenis: se pueden utilizar, fundamentalmente, para proteger los bordes de los de fachada. Constan de una red de fibras, cuya altura mínima será de 1.25 m, dos cuerdas del mismo material de 12 mm de diámetro, una en su parte superior y otra en la inferior, atadas los pilares para que la red quede convenientemente tensa, de tal manera que pueda soportar en el centro un esfuerzo de hasta 150 kg

- Redes verticales de fachada: Se pueden utilizar para la protección en fachadas, tanto exteriores como las que dan a grandes patios interiores. Van sujetas a unos soportes verticales o al forjado.

- Redes horizontales: Están destinadas a evitar o limitar la caída de operarios y materiales por los huecos de los forjados. Para evitar la caída las cuerdas laterales estarán sujetas fuertemente a los estribos embebidos en el forjado. Para limitar la caída en las operaciones de encofrado, ferrallado, hormigonado y desencofrado en las estructuras de hormigón, la red se sujeta a un soporte metálico, que se fija a su vez a la estructura del edificio. En el montaje de estructuras metálicas y cubiertas las redes horizontales de fibra van colocadas en estructuras metálicas debajo de las zonas de trabajo en altura.

### 3.2.3. Topes de desplazamiento de vehículos

Se podrán realizar con un par de tabloncillos embridados fijados en el terreno por medio de redondos clavados en el mismo o de otra forma que garantice su estabilidad eficazmente.

### 3.2.4. Valla para contención de peatones y cortes de tráfico

Consistirá en una estructura metálica de panel rectangular vertical, con los lados más grandes horizontales de 2.5 a 3 metros y menores verticales de 0.9 a 1.1 metros.

La estructura principal, marco perimetral, estará constituida por perfiles metálicos vacíos o macizos, cuya sección tenga como mínimo un módulo resistente de un centímetro cúbico.

Los perfiles secundarios o intermedios tendrán una sección con un módulo resistente mínimo de 0.15 centímetros cúbicos.

### 3.2.5. Pórtico limitador del gálibo

Se utilizarán bien para paso bajo líneas eléctricas, o para paso bajo estructuras, cimbras, etc.

Estarán formadas por dos pies derechos, situados en el exterior de la zona de rodadura de los vehículos.

Las partes superiores de los pies derechos estarán unidas por medio de un dintel horizontal constituido por una pieza (o cuerda, o cadena con algún dispositivo capaz de hacerla sonar), de longitud tal que cruce toda la superficie de paso.

Pies derechos y dintel estarán pintados de manera llamativa.

La altura del dintel estará en función del elemento a señalar.

Cimbras, estructuras, etc.; 1 m. por debajo del elemento.

Líneas eléctricas; se establece en función de la tensión:

Tensión (Kv)	Distancia (m)
Menor de 1,5	1
De 1,5 a 5	3
Más de 5	5

La distancia, en horizontal del dintel, del elemento a señalar se establece en función de la velocidad máxima previsible de los vehículos. Balizándose esa longitud para evitar accesos incontrolados bajo el elemento de riesgo.

Velocidad permisible (km/h)	Distancia horizontal (m)
40	20
50	50
60	100

### 3.2.6. Vallas de cierre

Estas vallas se situarán en el límite de la parcela para protección de todo el recinto de la obra y entre otras, reunirá las siguientes condiciones:

- Tendrán 2 metros de altura. Dispondrán de puerta de acceso para vehículos de 4 metros de anchura y puerta independiente de acceso de personal.

- La valla se realizará según el modelo indicado en el apartado: planos gráficos y esquemas.

- Se mantendrá hasta la conclusión de la obra o su sustitución por el vallado definitivo.

- Dispondrá al menos, de señalización de "Prohibido el paso a personas ajenas" y "Prohibido aparcar en las entradas"

### 3.2.7. Señales de tráfico

Su justificación se encuentra en la Norma de Carreteras 8.3- IC "Señalización de obras", (O.M. de M.O.P.U. 31/8/87), R.D. 208/89 de 3 de febrero.

Se utilizarán las indicadas en las mediciones de este Plan de Seguridad y Salud.

## 4. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LA MAQUINARIA

Toda la maquinaria en obra, tanto propia como alquilada, dispondrá de certificado de conformidad (sello CE), o en su defecto certificado del fabricante del cumplimiento de los requisitos mínimos de seguridad establecidos en el Anexo I del Real Decreto 1215/97, así como las instrucciones de uso y mantenimiento.



La maquinaria de todos los accesorios de prevención establecidos, serán manejadas por personal especializado, se mantendrá en buen uso, para lo cual se someterán a revisiones periódicas y en caso de averías o mal funcionamiento se paralizarán hasta su reparación.

Las operaciones de instalación y mantenimiento, deberán registrarse documentalmente en los libros de registro pertinentes de cada máquina. De no existir estos libros, para aquellas máquinas utilizadas con anterioridad en otras obras, antes de su utilización, deberán ser revisadas en profundidad por personal competente, asignándoles el mencionado libro de registro de incidencias.

Especial atención requerirá la instalación de las grúas torre, cuyo montaje se realizará por personal autorizado, quien emitirá el correspondiente certificado de “puesta en marcha de la grúa”, siéndoles de aplicación la Orden de 28 de junio de 1988 o Instrucción Técnica Complementaria MIEAEM 2 del Reglamento de aparatos elevadores, referente a grúas torre para obras.

Las máquinas con ubicación variable, tales como circular, vibrador, soldadura, etc., serán revisadas por personal experto antes de su uso en obra, quedando a cargo de la Jefatura de la obra, con la ayuda del Vigilante de Prevención, la realización del mantenimiento de las máquinas según las instrucciones proporcionadas por el fabricante.

El personal encargado del uso de las máquinas empleadas en obra, deberá estar debidamente autorizado para ello, por parte de la Jefatura de la obra, proporcionándole las instrucciones concretas de uso.

## 5. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LOS SERVICIOS SANITARIOS COMUNES

Se dispondrá de instalaciones de vestuarios, servicios higiénicos y comedor para los operarios, dotados como sigue.

### 5.1. Vestuarios

De fácil acceso a los aseos y de dimensiones suficientes para los trabajadores que deban utilizarlos simultáneamente.

Contarán con asientos (bancos o sillas) en número suficiente, y taquillas individuales.

Dispondrán de calefacción y medios que permitan poner a secar la ropa de trabajo, si fuera necesario.

### 5.2. Aseos

Contarán con lavabos y duchas de dimensiones adecuadas, en número suficiente, con agua corriente caliente y fría.

Se dotarán de los elementos auxiliares necesarios (jabón, secamanos automáticos o toallas de papel, papelera, espejos de dimensiones adecuadas, etc.).

Contarán con retretes y urinarios en número suficiente para los trabajadores presentes en obra.

Estarán separados para hombres y mujeres o se preverá su utilización por separado de los mismo.

### 5.3. Comedor

Se instalarán comedores con mesas y asientos en números suficiente para los trabajadores que van a utilizarlas.

Contarán con medios para calentar la comida.

Estas instalaciones se mantendrán en las debidas condiciones de limpieza y desinfección, disponiendo para ello de un trabajador con la dedicación necesaria.

## 6. RECONOCIMIENTOS MÉDICOS

### Reconocimiento médico inicial

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, o bien aportar “certificado de aptitud” de otro reconocimiento anterior, que esté en vigor (vigencia de R.M. = un año).

### Reconocimiento médico periódico

La frecuencia de los Reconocimientos Médicos está en relación con el riesgo al que está sometido el trabajador y de sus características personales.

Es obligatorio efectuar como mínimo, un Reconocimiento Médico anual. La empresa debe proporcionar todo lo necesario para realizar dicho reconocimiento, y comunicárselo al trabajador, pero no se le puede obligar a hacerlo, excepto en casos de Reconocimientos especiales.

### Reconocimiento médico especial

Aquellos trabajadores sometidos a riesgos especiales (Radiaciones Ionizantes, Sustancias Cancerígenas, Tóxicos, Amianto, etc.), deben realizar un Reconocimiento Médico Especial con la periodicidad expresada en la legislación específica vigente. Este reconocimiento es obligatorio para el trabajador.

### 6.1. Botiquín

Se dispondrá en la caseta de obra de un botiquín, y otro en los tajos de trabajo, bien señalizados y convenientemente situados.

Cada botiquín contendrá como mínimo: agua oxigenada, alcohol de 96º, tintura de yodo, mercurcromo, amoníaco, gasa estéril, algodón hidrófilo, vendas, esparadrapo, antiespasmódicos, analgésicos y tónicos cardíacos de urgencia, torniquete, bolsas de goma para agua o hielo, guantes esterilizados, jeringuilla, hervidor, agujas para inyectables y termómetro clínico.

Deberá reponerse de inmediato lo usado.

## 7. INFORMACIÓN Y FORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

De acuerdo con los artículos 18 y 19 de la LPRL, se adoptarán las medidas adecuadas para que los trabajadores y sus representantes reciban formación e información sobre las medidas a adoptar respecto al uso de EPI.

### 7.1. Información

Cualquier trabajador que sea dado de alta en esta obra, recibirá por parte del Vigilante de Prevención la siguiente información:

Política de Prevención de las constructoras (Constructora Principal).





Riesgos existentes en las obras.

Medidas de protección a su alcance.

Existencia y posibilidad de consulta del Plan de Seguridad.

Disponibilidad del Vigilante de Prevención para contestar a las consultas y canalizar las propuestas que se hagan.

Se entregará a cada trabajador, la siguiente documentación:

Ficha de Normas Generales de Seguridad, que contiene las Normas Generales que cualquier trabajador debe respetar en la obra.

Ficha de uso de equipos de Protección Individual, que contiene una descripción de los equipos de protección individual que generalmente se usan en las obras. Asimismo, se le entregarán los equipos de protección individual necesarios para realizar su trabajo, haciéndole la advertencia de que si surgiera algún trabajo puntual que exigiera otros medios de protección, deberá solicitarlos en las oficinas de obra.

Fichas de Información de Riesgos por Oficios, que contienen la descripción de riesgos específicos de cada oficio, las medidas de prevención, el uso de equipos de protección individual y los elementos de protección colectiva.

En el caso de Subcontratistas se le entregarán a su representante, las fichas citadas anteriormente para que las reparta entre sus empleados, firmando también el recibo correspondiente.

En el caso de que los empleados del Subcontratista no dispusieran de las protecciones y equipo de seguridad necesarios, les serán suministrados directamente por la Constructora Principal, firmando cada trabajador el recibo correspondiente.

## 7.2. Formación

Se realizarán las Actividades de Formación que se describen a continuación:

Jornadas de Seguridad para Técnicos y Encargados de la UTE

En todas las reuniones de la Comisión de Seguridad y Salud se procurará fomentar el diálogo, con participación e intercambio de opiniones entre los participantes.

### Formación de los trabajadores

Para los trabajadores de la Constructora Principal se darán como mínimo dos cursillos de formación a lo largo de la obra. Se acordará la realización de los mismos en la Comisión de Coordinación de Seguridad y Salud. En el Acta de la misma se incluirá el siguiente párrafo:

*“El Presidente de la Comisión informa que en cumplimiento de la obligación de formación de los trabajadores, el próximo día..... el Servicio de Prevención de la Constructora Principal dará un cursillo sobre..... al que se ruega asistan todos los trabajadores de las Subcontratas”*

En la siguiente Acta se hará constar la realización del cursillo y los nombres de los asistentes.

El cursillo tendrá aproximadamente una hora de duración y será impartido durante las horas de trabajo por el Jefe o Técnico de Prevención de la Constructora Principal. Tendrá como objetivo, formar al trabajador

sobre técnicas sencillas de Prevención con ejemplos prácticos, informarle de los riesgos a que está sometido, y motivarle para que adopte las medidas de protección.

Se entregará un certificado a todos los asistentes.

## 8. LIBRO DE INCIDENCIAS

En la oficina principal de la obra, existirá un libro de incidencias habilitado al efecto, facilitado por el Colegio profesional que revise el proyecto de ejecución de la obra.

Este libro constará de hojas cuadruplicadas que se destinarán a:

- Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia donde se realiza la obra.
- Dirección facultativa de las mismas.

El libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa.

El coordinador en materia de seguridad y salud dispondrá del libro de incidencias durante la ejecución de la obra. En caso de que no fuera necesaria la designación de coordinador, estará en poder de la dirección facultativa. Dicho libro debe mantenerse siempre en la obra.

Tendrán acceso la dirección de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con los fines que al libro se le reconocen.

De acuerdo con el RD 555/86, podrán hacer anotaciones en dicho libro:

- A la Dirección Facultativa.
- Los técnicos de los Gabinetes provinciales de Seguridad y los responsables de los trabajadores.

## 9. ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN EN LA OBRA

Los órganos de la Obra con competencia en materia de Seguridad son:

- Vigilante de Prevención.
- Comisión de Coordinación de Seguridad y Salud.
- Delegado de Prevención.
- Comité de seguridad y Salud.
- Coordinador en S. y S. durante la ejecución de la obra.

### Vigilante de Prevención

El Encargado de la Obra asumirá la función de Vigilante de Prevención, siendo sus funciones:

- Exigir el cumplimiento de las normas de Seguridad, motivando para ello el interés de los trabajadores.
- Examinar las condiciones de trabajo, a efectos de determinar las actuaciones que puedan resultar dañinas para la salud de los trabajadores.
- Comunicar de inmediato a la Jefatura de Obra, aquellos riesgos que haya podido observar y su gravedad.



- Conocer la Evaluación de riesgos.
- Conocer, divulgar y hacer cumplir el Plan de Seguridad.

se procederá a su designación desde el mismo inicio de los trabajos mediante el impreso que se adjunta, quedando expuesto en el tablón de anuncios.

#### Comisión de Coordinación de Seguridad y Salud

En todas las obras se formará una Comisión de Coordinación en materia de Seguridad y Salud, con participación de representantes de las distintas empresas que trabajan en la obra.

Sus funciones básicas son:

- Coordinar las medidas de Prevención entre las distintas empresas.
- Sugerir cuantas medidas considere necesarias para mejorar las condiciones generales de trabajo en la obra.
- Fomentar, promover y organizar cursos de Formación a todos los trabajadores.

Cada Subcontratista deberá nombrar un responsable de Prevención, que se integrará en esta Comisión.

La Comisión estará formada por:

Presidente: El Jefe de Obra.

Vocales: El Vigilante de Prevención.

Los Delegados de Prevención.

El representante de los Subcontratistas.

Secretario: El Administrativo de la Obra

El acta de constitución de la Comisión de Coordinación de Seguridad y Salud se hará mediante el impreso que se adjunta, quedando expuesta en el tablón de anuncios de la Obra.

La Comisión se reunirá por lo menos una vez al mes. Los temas a tratar serán los siguientes:

Lectura del Acta anterior.

Altas y bajas de la Comisión.

Examen, si procede, de los accidentes ocurridos desde la reunión anterior.

Análisis de las medidas de Seguridad adoptadas en la obra y nivel de cumplimiento del Plan de Seguridad.

Nuevas medidas de seguridad que deben adoptarse.

El acta de la última reunión quedará expuesta en el tablón de anuncios de la Obra

#### Delegados de Prevención

En todos los centros de trabajo y obras en los que existan representantes de personal, por propia elección entre ellos mismos podrán designar Delegado/s de Prevención.

El número de Delegados de Prevención que deben designarse, será el correspondiente al exigido por el Art. 35, apdos. 2 y 3 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Si por las circunstancias de contratación de personal de obra, no existiera representación legal de los trabajadores, éstos mismos por votación, podrán designar al trabajador que consideren más adecuado para desarrollar las funciones de Delegado de Prevención.

Esta situación transitoria se prolongará hasta que se desarrollen elecciones sindicales en la obra, en cuyo momento cesará en sus funciones por aplicación de lo expresado en párrafos anteriores.

Las designaciones de Delegados de Prevención se formularán por escrito, en el que se recogerá la firma de quienes procedieron a su elección, colocando una copia de la misma en el tablón de anuncios.

Las competencias de los Delegados de Prevención, vienen definidas en el Art. 36 de la Ley.

En el caso de la no existencia del Delegado de Prevención, figurará en el tablón de anuncios de la obra la siguiente nota:

*“No habiendo recibido notificación sobre la elección de Delegado de Prevención, recordamos a todo el personal de la obra que D.\_\_\_\_\_ ejerce funciones de Vigilante de Prevención y que está como tal a disposición de los trabajadores para todo lo relacionado con esta materia”.*

Las empresas contratadas por la Constructora Principal, cumplirán con la designación de Delegado/s de Prevención de la misma forma que lo establecido para la Constructora Principal, estando obligadas a comunicar por escrito dichas designaciones.

#### Comité de Seguridad y Salud

Cuando el personal contratado y trabajando de la Constructora Principal, supere los 50 trabajadores y se cuente con Delegados de Prevención, se constituirá Comité de Seguridad y Salud.

El Comité de Seguridad y Salud, se constituirá en los términos que exige el Art. 38, apdo. 2 de la Ley 31/95. En todo caso para su constitución prevalecerá el criterio que figure en los Convenios Provinciales, o negociaciones colectivas que nos afecten.

El Comité se reunirá trimestralmente o cuando lo proponga cualquiera de sus representantes. Sus competencias vienen definidas en el Art. de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

La constitución del Comité de Seguridad y Salud se reflejará en acta, que se expondrá en el tablón de anuncios.

Antes del inicio de las Obras se comunicará a la Dirección Facultativa los nombres de los responsables de Seguridad e Higiene, es decir la Composición del Comité de Seguridad y Salud y el Delegado de Prevención, o bien el Comité de Prevención y Vigilante de Seguridad, en el caso de no existir Delegados de Prevención, así como sus sustitutos, por si se produjese alguna ausencia justificada de la obra.

#### **10. DOCUMENTACIÓN GENERAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA**

Por cumplimiento del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre que establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables a las obras de construcción, y la Ley 32/2006, que regula la subcontratación en el Sector de la Construcción, principalmente, en toda obra debe generarse una documentación general disponible en cualquier momento.

Dicha documentación se resume en:

#### Documentación general

- Plan de Seguridad y Salud.



- Acta de aprobación del Plan de Seguridad.
- Apertura de centro de trabajo.
- Aviso Previo.
- Libro de incidencias.
- Nombramiento Unidad de Prevención.
- Constitución de Comité (si lo hubiese) o Comisión de Seguridad.
- Partes de visita a la obra.
- Acta de reunión mensual de Coordinación de Seguridad y Salud.
- Acta de la convocatoria de la reunión mensual.

Documentación de las subcontratistas

- Seguro de responsabilidad civil.
- Libro de subcontratación (homologado por el Delegado Provincial de Empleo de la provincia correspondiente).
- Que las subcontratas estén reflejadas en el Aviso Previo.
- Acta de adhesión al Plan de Seguridad.
- Responsable de prevención en riesgos laborales de cada subcontrata.

Documentación de los trabajadores

- Relación de trabajadores asignados a la obra y actividad detallada que va a realizar.
- Alta de los trabajadores.
- Certificado de formación en prevención de riesgos laborales.
- Certificado de información del Plan de Seguridad y Salud y de su puesto de trabajo.
- Entrega de los Epis.
- Aptitud de los reconocimientos médicos.
- Carnet de maquinaria (carnet de conducir, gruista, etc.), acreditación de uso y mantenimiento de maquinaria.

Documentación de maquinaria

- Relación específica de maquinaria y vehículos a utilizar.
- Permiso de circulación.
- Ficha técnica e I.T.V.
- Marcado CE y en caso de no tenerlo certificado de conformidad por un organismo autorizado.
- Documentación de mantenimiento.

Parte de esta documentación se encontrará en un tablón de Seguridad, visible y a disposición de cualquier trabajador:

- Copia de aviso previo.
- Acta última reunión Comisión de Seguridad.
- Unidad de Prevención de la Obra.
- Unidad de Prevención de subcontratas.
- Lista teléfonos emergencia.
- Recorrido al Centro Asistencial.
- Información puestos de trabajo.

A Coruña, septiembre de 2020

El autor del proyecto

José Pajarrón Puga





Presupuesto parcial nº 1 PROTECCIONES INDIVIDUALES

Num.	Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
1.1	S03IA010	ud	CASCO DE SEGURIDAD Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	25,00	3,41	85,25
1.2	S03IA070	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS Gafas protectoras contra impactos, incoloras, homologadas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	25,00	1,14	28,50
1.3	S03IA100	ud	SEMI MÁSCARA ANTIPOLVO 1 FILTRO Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	12,00	3,85	46,20
1.4	S03IA110	ud	FILTRO RECAMBIO MASCARILLA Filtro recambio de mascarilla para polvo y humos, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	24,00	3,06	73,44
1.5	S03IA120	ud	CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	10,00	3,40	34,00
1.6	S03IC180	ud	EQUIPO ARNÉS DORSAL C/ANTICAÍDAS Arnés de seguridad con amarre dorsal fabricado con cincha de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable, incluso dispositivo anticaídas de cierre y apertura de doble seguridad, deslizamiento y bloqueo automático, equipado con cuerda de nylon D=15,5 mm. y 20 m. de longitud, mosquetón de amarre de 24 mm., homologado CE. Amortizable en 5 obras; s/ R.D. 773/97.	12,00	39,19	470,28
1.7	S02V080	ud	CHALECO DE OBRAS REFLECTANTE Chaleco de obras reflectante. Amortizable en 5 usos. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	10,00	5,87	58,70
1.8	S03IC140	ud	PETO REFLECTANTE DE SEGURIDAD Peto reflectante de seguridad personal en colores amarillo y rojo, (amortizable en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	15,00	3,97	59,55
1.9	S03IC090	ud	MONO DE TRABAJO Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	25,00	18,70	467,50
1.10	S03IC100	ud	TRAJE IMPERMEABLE Traje impermeable de trabajo, 2 piezas de PVC. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	25,00	10,20	255,00
1.11	S03IC130	ud	MANDIL CUERO PARA SOLDADOR Mandil de cuero para soldador, (amortizable en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	2,00	7,32	14,64
1.12	S03IP050	ud	PAR DE POLAINAS SOLDADURA Par de polainas para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	2,00	3,67	7,34
1.13	S03IM020	ud	PAR GUANTES DE NEOPRENO Par de guantes de neopreno. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	25,00	3,41	85,25
1.14	S03IM040	ud	PAR GUANTES DE USO GENERAL Par de guantes de uso general de lona y serraje. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	25,00	1,70	42,50
1.15	S03IM060	ud	PAR GUANTES PARA SOLDADOR Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	2,00	3,28	6,56
1.16	S03IP010	ud	PAR DE BOTAS DE AGUA Par de botas altas de agua. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	25,00	10,20	255,00
1.17	S03IP030	ud	PAR DE BOTAS C/PUNTERA METAL. Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	25,00	10,19	254,75
1.18	S03IP040	ud	PAR DE BOTAS AISLANTES Par de botas aislantes para electricista hasta 5.000 V. de tensión, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	2,00	14,70	29,40
1.19	S03IA090	ud	GAFAS ANTIPOLVO Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	12,00	0,71	8,52
1.20	S03IA130	ud	JUEGO TAPONES ANTIRUIDO SILIC. Juego de tapones antiruido de silicona ajustables. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	10,00	1,68	16,80

Total presupuesto parcial nº 1 PROTECCIONES INDIVIDUALES :

2.299,18





Presupuesto parcial nº 2 PROTECCIONES COLECTIVAS						
Num.	Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
2.1	S02S060	ud	PALETA MANUAL 2 CARAS STOP-OBL. Señal de seguridad manual a dos caras: Stop-Dirección obligatoria, tipo paleta. (amortizable en dos usos). s/ R.D. 485/97.	2,00	11,30	22,60
2.2	S02S070	ud	PANEL DIRECCIONAL C/SOPORTE Panel direccional reflectante de 60x90 cm., con soporte metálico, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, hormigonado H-10/B/40, colocación y montaje. s/ R.D. 485/97.	1,00	51,88	51,88
2.3	S02S080	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN RIESGO Placa señalización-información en PVC serigrafiado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.	2,00	5,65	11,30
2.4	S03CM015	m.	MARQUESINA PROTEC. 2,5 m. VUELO Marquesina de protección con vuelo de 2,50 m., formada por módulos metálicos separados 2 m., (amortizable en 20 usos) compuestos por soporte mordaza, plataforma y plinto de tablas de madera de 20x5 cm. (amortizable en 10 usos), incluso montaje y desmontaje. s/ R.D. 486/97.	2,50	35,01	87,53
2.5	S03CB160	m.	ALQUILER VALLA ENREJADOS GALVAN. Alquiler m./mes de valla realizada con paneles prefabricados de 3.50x2,00 m. de altura, enrejados de 80x150 mm. y D=8 mm. de espesor, soldado a tubos de D=40 mm. y 1,50 mm. de espesor, todo ello galvanizado en caliente, sobre soporte de hormigón prefabricado separados cada 3,50 m., incluso accesorios de fijación, p.p. de portón, considerando un tiempo mínimo de 12 meses de alquiler, incluso montaje y desmontaje. s/ R.D. 486/97.	200,00	4,11	822,00
2.6	S03CR050	m.	MALLA POLIETILENO DE SEGURIDAD Malla de polietileno alta densidad con tratamiento antiultravioleta, color naranja de 1 m. de altura, tipo stopper, i/colocación y desmontaje, amortizable en tres usos. s/ R.D. 486/97.	170,00	2,21	375,70
2.7	S03CB150	m.	ALQUILER VALLA CHAPA METÁLICA Alquiler m./mes de valla metálica prefabricada de 2,00 m. de altura y 1 mm. de espesor, con protección de intemperie con chapa ciega y soporte del mismo material tipo omega, separados cada 2 m., considerando un tiempo mínimo de 12 meses de alquiler, incluso p.p. de apertura de pozos, hormigón H-10/B/40, montaje y desmontaje. s/ R.D. 486/97.	25,00	32,62	815,50
2.8	S03CH040	ud	PROTECCIÓN HUECO 3x3m. C/MALLAZO Cubrición de hueco horizontal de 3,00x3,00 m. con mallazo electrosoldado de 15x15 cm. D=4 mm., fijado con conectores al zuncho del hueco y pasante sobre las tabicas y empotrado un metro en la capa de compresión por cada lado, incluso cinta de señalización a 0,90 m. de altura fijada con pies derechos. (amortizable en un solo uso). s/ R.D. 486/97.	5,00	46,02	230,10
2.9	S03CF010	ud	EXTINTOR POLVO ABC 6 kg. PR.INC. Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.	2,00	80,42	160,84
2.10	S03CF030	ud	EXTINTOR CO2 5 kg. Extintor de nieve carbónica CO2, de eficacia 89B, con 5 kg. de agente extintor, modelo NC-5-P, con soporte y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.	1,00	191,87	191,87
Total presupuesto parcial nº 2 PROTECCIONES COLECTIVAS :						2.769,32

Presupuesto parcial nº 3 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR						
Num.	Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
3.1	S01C080	ms	ALQUILER CASETA VESTUARIO-ASEO 20,00 m2. Mes de alquiler (min. 6 meses) de caseta prefabricada para aseos y vestuarios en obra de 5,00x4,00x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., termo eléctrico de 100 l., dos inodoros, cuatro placas de ducha y pileta de tres grifos, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenolítica antideslizante y resistente al desgaste, puerta madera, cortina en ducha. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica mono. 220 V. con automático. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa.	12,00	460,57	5.526,84
3.2	S01C200	ms	ALQUILER CASETA COMEDOR 18,35 m2 Mes de alquiler (min. 6 meses) de caseta prefabricada para comedor de obra de 7,87x2,33x2,30 m. de 18,35 m2. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido autoextinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta en arco de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm., interior con tablex lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm., y poliestireno de 50 mm. con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8x2 m., de chapa galvanizada de 1mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., picaporte y cerradura. Dos ventanas aluminio anodizado corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., toma de tierra, automático, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	12,00	443,56	5.322,72
3.3	S01C190	ms	ALQUI. CASETA 2 OFIC.+ASEO 18,15 m2 Mes de alquiler (min. 6 meses) de caseta prefabricada para dos despachos de oficina y un aseo con inodoro y lavabo de 7,50x2,42x2,30 m. de 18,15 m2. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido autoextinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta en arco de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm., interior con tablex lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm., y poliestireno de 50 mm. con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8x2 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., picaporte y cerradura. Dos ventanas aluminio anodizado corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., toma de tierra, automático, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	12,00	511,56	6.138,72
3.4	S01C120	ms	ALQUILER CASETA ALMACÉN 10,40 m2 Mes de alquiler (min. 6 meses) de caseta prefabricada para almacén de obra de 4,53x2,30x2,30 m. de 10,40 m2. Estructura de acero galvanizado. Cubierta y cerramiento lateral de chapa galvanizada trapezoidal de 0,6 mm. reforzada con perfiles de acero, interior prelacado. Suelo de aglomerado hidrófugo de 19 mm. puerta de acero de 1mm., de 0,80x2,00 m. pintada con cerradura. Ventana fija de cristal de 6 mm., recercado con perfil de goma. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	12,00	392,56	4.710,72
3.5	S04W040	ud	COSTO MENSUAL LIMPIEZA Y DESINF. Costo mensual de limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando dos horas a la semana un peón ordinario. Art 32 y 42.	12,00	127,40	1.528,80
3.6	S01M070	ud	TAQUILLA METÁLICA INDIVIDUAL Taquilla metálica individual para vestuario de 1,80 m. de altura en acero laminado en frío, con tratamiento antifosfatante y anticorrosivo, con pintura secada al horno, cerradura, balda y tubo percha, lamas de ventilación en puerta, colocada, (amortizable en 3 usos).	25,00	55,96	1.399,00
3.7	S01M080	ud	MESA MELAMINA PARA 10 PERSONAS Mesa de melamina para comedor de obra con capacidad para 10 personas, (amortizable en 4 usos).	2,00	86,82	173,64



3.8 S01M090	ud	BANCO MADERA PARA 5 PERSONAS Banco de madera con capacidad para 5 personas, (amortizable en 2 usos).	5,00	85,82	429,10
3.9 S01M100	ud	DEPÓSITO-CUBO DE BASURAS Cubo para recogida de basuras. (amortizable en 2 usos).	3,00	46,64	139,92
3.10 S01M020	ud	PORTARROLLOS INDUS.C/CERRADUR Portarrollos industrial con cerradura de seguridad, colocado, (amortizable en 3 usos).	5,00	13,57	67,85
3.11 S01M030	ud	ESPEJO VESTUARIOS Y ASEOS Espejo para vestuarios y aseos, colocado.	3,00	24,47	73,41
3.12 S01M040	ud	JABONERA INDUSTRIAL 1 l. Dosificador de jabón de uso industrial de 1 l. de capacidad, con dosificador de jabón colocada (amortizable en 3 usos).	8,00	18,02	144,16
3.13 S01M050	ud	SECAMANOS ELÉCTRICO Secamanos eléctrico por aire, colocado (amortizable en 3 usos).	2,00	62,64	125,28
3.14 S01M060	ud	HORNO MICROONDAS Horno microondas de 18 litros de capacidad, con plato giratorio incorporado (amortizable en 5 usos).	2,00	44,23	88,46
Total presupuesto parcial nº 3 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR :				25.868,62	

Presupuesto parcial nº 4 FORMACIÓN						
Num.	Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
4.1	S04W020	ud	COSTO MENSUAL COMITÉ SEGURIDAD Costo mensual del Comité de Seguridad y salud en el Trabajo, considerando una reunión al mes de dos horas y formado por un técnico cualificado en materia de seguridad y salud, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª o ayudante y un vigilante con categoría de oficial de 1ª.	12,00	136,10	1.633,20
4.2	S04W050	ud	COSTO MENSUAL FORMAC.SEG.Y SAL. Costo mensual de formación de seguridad y salud en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.	12,00	70,40	844,80
Total presupuesto parcial nº 4 FORMACIÓN :					2.478,00	





**Presupuesto parcial nº 5 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS**

Num.	Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
5.1	S01M110	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado.	2,00	138,54	277,08
5.2	S01M120	ud	REPOSICIÓN BOTIQUÍN Reposición de material de botiquín de urgencia.	4,00	103,97	415,88
5.3	S01M140	ud	CAMILLA PORTÁTIL EVACUACIONES Camilla portátil para evacuaciones. (amortizable en 10 usos).	2,00	16,53	33,06
5.4	S04W060	ud	VIGILANCIA DE LA SALUD Vigilancia de la salud obligatoria anual por trabajador que incluye: Planificación de la vigilancia de la salud; análisis de los accidentes de trabajo; análisis de las enfermedades profesionales; análisis de las enfermedades comunes; análisis de los resultados de la vigilancia de la salud; análisis de los riesgos que puedan afectar a trabajadores sensibles (embarazadas, postparto, discapacitados, menores, etc. (Art. 37.3 g del Reglamento de los Servicios de Prevención); formación de los trabajadores en primeros auxilios; asesoramiento al empresario acerca de la vigilancia de la salud; elaboración de informes, recomendaciones, medidas sanitarias preventivas, estudios estadísticos, epidemiológicos, memoria anual del estado de salud (Art. 23 d y e de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales); colaboración con el sistema nacional de salud en materias como campañas preventivas, estudios epidemiológicos y reporte de la documentación requerida por dichos organismos (Art. 38 del Reglamento de los Servicios de Prevención y Art. 21 de la ley 14/86 General de Sanidad); sin incluir el reconocimiento médico que realizará la mutua con cargo a cuota de la Seguridad Social.	25,00	83,37	2.084,25

**Total presupuesto parcial nº 5 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS : 2.810,27**

**Presupuesto de ejecución material**

	Importe (€)
1 PROTECCIONES INDIVIDUALES.	2.299,18
2 PROTECCIONES COLECTIVAS.	2.769,32
3 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR.	25.868,62
4 FORMACIÓN.	2.478,00
5 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.	2.810,27
<b>Total</b>	<b>36.225,39</b>

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de **TREINTA Y SEIS MIL DOSCIENTOS VEINTICINCO EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS.**

A Coruña, septiembre de 2020

El autor del proyecto

José Pajarrón Puga



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 16:**  
**ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

**ANEJO Nº16**  
**ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

JOSÉ PAJARRÓN PUGA



## ÍNDICE

1. Introducción.....	1
2. Marco legislativo .....	1
3. Identificación de los RCDs generados en la obra.....	1
4. Medidas de prevención y minimización de residuos ..	3
5. Separación, almacenamiento y recogida selectiva .....	4
6. Operaciones de reutilización, valorización y eliminación.....	5
7. Destino para los residuos no reutilizables ni valorables.....	6
8. Prescripciones técnicas .....	7
9. Valoración económica .....	8

### Apéndice I

#### CUADRO DE PRECIOS Nº1

### Apéndice II

#### PRESUPUESTO





## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (a partir de ahora RCD) del proyecto “Depósito y red de aguas regeneradas en A Coruña” se realiza con el objetivo de dar cumplimiento al Real Decreto 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

En cumplimiento de lo establecido en el artículo 4.a del citado Real Decreto el presente estudio contiene la siguiente documentación:

- Estimación de la cantidad de los residuos de construcción y demolición que se generan en la obra
- Medidas para la prevención de residuos que se generarán en la obra objeto del proyecto
- Operaciones para la reutilización, valoración y/o eliminación de los residuos que se generarán en la obra
- Pliego de prescripciones técnicas particulares para la gestión de los RCD's
- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y de demolición

El productor de los residuos velará por el cumplimiento de la normativa específica vigente, fomentando la prevención de los residuos de obra, la reutilización, reciclado, y otras formas de valoración, asegurando siempre el tratamiento adecuado para asegurar el desarrollo sostenible de la actividad de construcción.

El contratista deberá presentar al promotor un Plan de Gestión de RCD que se van a generar en la obra, con el contenido previsto en el artículo 4.1. y 5 del RD 105/2008. Este Plan se basará en las descripciones y contenido del Estudio de Gestión de Residuos del proyecto y deberá ser aprobado por el Director de obra y aceptado por el promotor, una vez aceptado pasará a formar parte de los documentos contractuales de obra.

En el caso de que el poseedor (contratista) de los RCD no proceda a gestionarlos por sí mismo, estará obligado a entregarlos a un gestor autorizado con la aportación de la documentación, certificados y obligaciones que determina el artículo 5.3. del RD 105/2009.

## 2. MARCO LEGISLATIVO

La gestión de residuos se encuentra enmarcada legalmente por la siguiente normativa.

### 2.1. Comunitaria

- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.
- Directiva 2006/12/CE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a los residuos.
- Directiva 99/31/CE relativa al vertido de residuos.
- Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a los envases y residuos de envases y directivas 2004/12/CE y 2005/20/CE que la modifican.
- Directivas 91/689/CEE y 94/904/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre residuos peligrosos y directiva 94/31/CEE que los modifica.
- Directiva 75/442/CEE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a los residuos y directivas 91/156/CEE y 94/31/CE que la modifican.

### 2.2. Estatal

- La LEY 22/2011, de 28 de julio, de Residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 180/2015, de 13 de marzo, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado
- REAL DECRETO 833/ 1988, de 20 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986 básica de residuos tóxicos y peligrosos.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero
- REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

### 2.3. Autonómica

- Orden de 20 de julio de 2009, por la que se regula la construcción y la gestión de los vertederos en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Galicia
- Decreto 59/2009, del 26 de febrero, por el que se regula la trazabilidad de los residuos
- Ley 10/2008, del 3 de noviembre, de residuos de Galicia
- Decreto 174/2005, del 9 de junio, por el que se regula el régimen jurídico de la producción y gestión de residuos y el Registro General de Productores y Gestores de Residuos de Galicia
- Orden del 15 de junio de 2006, por la que se desarrolla el Decreto 174/2005, del 9 de junio, por el que se regula el régimen jurídico de la producción y gestión de residuos y el Registro General de Productores y Gestores de Residuos de Galicia
- Resolución 21/11/01, Plan de Gestión de residuos Industriales y Suelos Contaminados
- Decreto 298/00, autorización y notificación de productor y gestión de residuos y creación de Registro General de Productores y Gestores de Residuos
- Resolución 2/06/99, aprueba el plan de Gestión de residuos sólidos Urbanos
- Decreto 154/98, aprueba el Catálogo de residuos de Galicia - Ley 10/97, de Residuos sólidos Urbanos de Galicia

## 3. IDENTIFICACIÓN DE LOS RCDs GENERADOS EN LA OBRA

### 3.1. Identificación de los residuos

Los trabajos de demolición y desmonte derivados del proyecto “Depósito y red de aguas regeneradas en A Coruña” generan una amplia variedad de residuos, de los cuales sus características y cantidad dependen de la fase de construcción y del tipo de trabajo realizado.



Se distinguen los siguientes grupos niveles de RCD's, atendiendo a la clasificación de la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la Lista Europea de Residuos (LER).

- **RCD de nivel I:** Tierras y materiales pétreos no contaminados, procedentes de obras de excavación.

Según el R.D.105/2008, artículo 3 apartado a), se excluye de este grupo a "las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino y reutilización".

- **RCD de nivel II:** Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliar y de la implantación de servicios. Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

El siguiente listado muestra los residuos LER (Lista Europea de Residuos) que se generarán en las obras.

Tabla 1. Clasificación de los residuos de obra según Lista Europea de Residuos (LER)

<b>A.1: RCDs Nivel I</b>	1. Tierras y pétreos de excavación
<b>A.2: RCDs Nivel II</b>	<b>R.C. de naturaleza no pétreo</b>
	1. Asfalto
	2. Madera
	3. Metales (incluidas sus aleaciones)
	4. Papel
	5. Plástico
	6. Vidrio
	7. Yeso
	<b>R.C. de naturaleza pétreo</b>
	1. Arena, grava y otros áridos
	2. Hormigón
	3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos
	4. Piedra
	<b>R.C. potencialmente peligrosos</b>
	1. Basuras
	2. Potencialmente peligrosos y otros

### 3.2. Estimación de la cantidad de residuos a generar

La estimación de la cantidad de los residuos generados se ha llevado a cabo a partir de las mediciones del proyecto, en función del peso de materiales integrantes en los rendimientos de los correspondientes precios descompuestos de cada unidad de obra, determinando el peso de los restos de los materiales sobrantes (mermas, roturas, despuntes, etc.) y el del embalaje de los productos suministrados.

La determinación/estimación de la cantidad de cada tipo de residuo que se generará en la obra, en toneladas y/o en metros cúbicos, se realizará en función de las siguientes consideraciones, asociadas a las principales unidades de obra, que se recogen en los distintos capítulos de los que consta el documento nº4:

-Tierras de excavación: Se han determinado a partir de los listados recogidos en el anejo de movimiento de tierras y en los planos de las secciones transversales del movimiento de tierras correspondientes a la explanada del depósito. Se estima una reutilización en obra de aproximadamente el 25% sobre el total del material excavado.

-Residuos de demoliciones: A partir del listado de movimiento de tierras.

- Hormigones y aceros; la cantidad de residuos generados por la propia ejecución de las obras se obtiene a partir de estimaciones porcentuales aplicadas sobre las principales unidades empleadas en obra (acero y hormigón).

La estimación de estos residuos se realizará en función de las categorías indicadas en el apartado anterior, expresadas en toneladas y metros cúbicos, tal y como se refleja en el Real Decreto 105/2008, en el artículo 4.

- Obra Demolición, Rehabilitación, Reparación o Reforma: Se deberá de elaborar un inventario de los residuos peligrosos.

- Obra Nueva: En ausencia de datos más contrastados se manejan parámetros estimativos estadísticos de 20 cm de altura de mezcla de residuos por m2 construido, con una densidad tipo del orden de 1,5 a 0,5 t/m3.

#### 3.2.1. Residuos de nivel I

Tierras de excavación: Se obtiene una medición directa de las tierras procedentes de excavación a cargar y transportar a gestor o vertedero autorizado, descontadas las que se reutilizan en obra en rellenos. Los resultados de la medición se recogen en el anejo de Movimiento de tierras.

Tabla 2. Residuos de nivel I generados en la obra.

	Volumen (m3)	Densidad aparente (t/m3)	Peso (t)
<b>Tierras</b>	9.600	1,50	14.400
<b>Roca</b>	3.500	1,70	5.950

#### 3.2.2. Residuos de nivel II

Se consideran los siguientes subapartados para realizar las mediciones:

##### 3.2.2.1. Residuos de demolición

El cálculo de las cantidades de los residuos de demolición se realiza a partir de las mediciones contempladas en el presupuesto y considerando ciertas ratios de generación de residuos.

Tabla 3. Partidas de demoliciones consideradas para el cálculo de residuos.

Código LER	Residuo	Código presupuesto	Descripción	Ud.	Medición
17 01 01	Hormigón				
		01.01.01	Demolición de firme o pavimento existente	m3	82,50
17 03 02	Mezclas bituminosas				
		01.01.01	Demolición de firme o pavimento existente	m3	44,80

A partir de estas mediciones se calculan el peso y volúmenes de los distintos residuos.

Tabla 4. Cálculo de peso y volumen.



TABLA REFERENCIA DEMOLICIÓN			
Código LER	Residuo	Densidad real (t/m3)	Densidad aparente (t/m3)
17 01 01	Hormigón	2,4	1,5
17 03 02	Mezclas bituminosas	2,4	1,3

*Nota: El código 01.01.01 se refiere a las partidas de demolición de ambos tipos de firme (mezclas bituminosas y hormigón). El volumen desglosado de cada uno de estos elementos de demolición se recoge en el anejo de Movimiento de tierras.*

### 3.2.2.2. Residuos de construcción

El origen de los RCD en trabajos de construcción se diferencia básicamente en:

- Materiales sobrantes de ejecución (hormigón, ladrillos, madera, plástico, mezclas bituminosas, hierro y acero y biodegradables del desbroce).
- Envases y embalajes de productos y materiales (madera, papel-cartón, plástico y metal).

El cálculo de las cantidades de residuos de construcción, básicamente constituidos por sobrantes de materiales de ejecución y los envases y embalajes de dichos materiales, se ha realizado a partir de estimaciones porcentuales aplicadas sobre las unidades empleadas en las obras.

Las mediciones de estas unidades se obtuvieron del documento nº4 Presupuesto. A continuación, se indican el origen de mediciones de cada material:

**Tabla 5. Origen de mediciones de cada material.**

Código	Material	Origen de mediciones
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las especificadas en el código 17 03 01	Reposición de firmes
17 03 01	Madera	Encofrados y entibaciones
17 04 05	Hierro y acero	Elementos estructurales (depósito, cámara de llaves-caseta de bombeo, macizos de anclaje y pozos de registro)
15 01 01	Envases papel y cartón	-
17 02 03	Plástico	-
17 02 03	Vidrio	-
17 08 02	Yeso	-
01 04 08	Arena, grava y otros áridos	Relleno cama de arena, reposición de firmes, relleno trasdós muro del depósito
17 01 01	Hormigón	Elementos estructurales (depósito, cámara de llaves-caseta de bombeo, macizos de anclaje y pozos de registro) y reposición de pavimento
20 02 01	Residuos biodegradables	Medición de la superficie afectada según planos

Para el cálculo de la cantidad de envases y embalajes se ha supuesto una relación entre el peso de los residuos de envases y embalajes y residuos de sobrantes (con excepción de las arenas y gravas) de ejecución es 0,07 y que las medias de la relación entre los volúmenes reales y aparentes de los residuos de envases y embalajes y residuos de sobrantes de ejecución son 0,08.

Para los residuos biodegradables se ha supuesto una ratio de 5 kg/m2 de obra construida.

**Tabla 6. Estimación de los residuos generados en la construcción.**

Código	Material	Medición	Ud	% sobrante	Densidad aparente (t/m3)	Volumen del material (m3)	Peso del material (t)
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las especificadas en el código 17 03 01	44,80	m3	2	1,3	0,88	1,14
17 03 01	Madera	32,54	m3	1	0,6	0,32	0,19
17 04 05	Hierro y acero	379	t	2	1,5	5,04	7,58
15 01 01	Envases papel y cartón			-	0,9	1,76	1,58
17 02 03	Plástico	0		6	0,9	0,00	0,00
17 02 03	Vidrio	0		1	1,5	0,00	0,00
17 08 02	Yeso	0	-	0	1,2	0,00	0,00
01 04 08	Arena, grava y otros áridos	1.700	m3	2	1,5	34,00	51,00
17 01 01	Hormigón	6.039	m3	2,5	1,5	150,97	226,46
20 02 01	Residuos biodegradables	3.082	m2	5 kg/m2	0,9	17,12	15,41

### 3.2.3. Total residuos

**Tabla 7. Estimación total de residuos generados.**

		Volumen (m3)	Peso (t)
A.1: RCDs Nivel I	1. Tierras y pétreos de excavación	13.100,00	20.350,00
	<b>R.C. de naturaleza no pétreo</b>		
	1. Asfalto	45,67	59,38
	2. Madera	0,32	0,19
	3. Metales (incluidas sus aleaciones)	5,04	7,58
	4. Papel	1,76	1,58
	5. Plástico	0,00	0,00
	6. Vidrio	0,00	0,00
	7. Yeso	0,00	0,00
	<b>R.C. de naturaleza pétreo</b>		
	1. Arena, grava y otros áridos	34,00	51,00
	2. Hormigón	233,47	350,21
	3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	0,00	0,00
	<b>R.C. potencialmente peligrosos</b>		
	1. Basuras	53,94	48,55
	2. Potencialmente peligrosos y otros	0,00	0,00
A.2: RCDs Nivel II			





#### 4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS

Se define como prevención de residuos a todas aquellas acciones anteriores o de forma simultánea a la ejecución de la obra que, como consecuencia de su realización, minimizarán la cantidad de residuos generados y aumentarán su calidad.

El primer paso para la mejora en la gestión de los residuos de construcción y demolición consiste en la reducción de los mismos. Esto implicará la disminución del volumen transportado a vertedero, la contaminación que el transporte genera y el ahorro en la energía generada para dicho transporte.

Por otro lado, si los residuos generados se reutilizan, se reducirá la cantidad de materias primas necesarias y con ello, no se malgastarán recursos naturales y energía y posibilitará unas mejoras económicas considerables.

Para conseguir estos dos objetivos de no generación (prevención) y reutilización (minimización) de residuos se plantean una serie de acciones recomendables de carácter general:

- Minimizar tanto como se pueda el uso de materiales
- Reducir residuos
- Reutilizar materiales
- Reciclar residuos
- Recuperar energía de los residuos
- Enviar la cantidad mínima de residuos a vertedero

Además de las medidas de carácter general expuestas, se presentan a continuación otra serie de medidas para la prevención de generación de residuos orientadas a los diferentes elementos considerados:

##### - Tierras y pétreos de excavación:

- Medidas: Las excavaciones y rellenos deberán ajustarse a las dimensiones específicas de Proyecto, que a su vez debe haber optimizado el movimiento de tierras a desarrollar en la obra
- Acopio: Se aconseja situarlos sobre una base dura para reducir los residuos, a la vez que deberían separarse de potenciales sustancias contaminantes. Se dispondrán contenedores de 6 m3 para su segregación.

##### - Hormigón:

- Medidas: En la medida de lo posible se empleará el fabricado en plantas de empresas suministradoras. Por otro lado, con la finalidad de garantizar el aprovechamiento de posibles excesos, se preverán zonas de obra en las que llevar a cabo la reutilización, como, por ejemplo: soleras, cunetas, hormigonados de protecciones, ...
- Almacenamiento; Se repiten las consideraciones establecidas en el elemento anterior.

##### - Maderas:

- Medidas:
  - Los medios auxiliares y embalajes de madera procederán de madera recuperada y de utilizarán tantas veces como sea posible, hasta que estén deteriorados. En ese momento se separarán para su reciclaje o tratamiento

posterior. Se mantendrán separados del resto de residuos para que no sean contaminados.

- Los palets serán devueltos al suministrador correspondiente, ya que esta es la mejor manera de asegurar su reutilización.
- Los encofrados se reutilizarán tantas veces como sea posible. Se guardarán las piezas retalladas para utilizarlas en geometrías especiales.
- Acopio:
  - Las maderas usadas se acopiarán bajo una cobertura y serán clasificadas para una reutilización rápida y eficiente. No se ha de abusar del uso de clavos, ya que dificultan el corte y posterior reutilización de la madera
  - Los fragmentos de madera sobrantes, nunca serán quemados en la obra. Se triturarán para ser utilizados como aglomerados o serrín en la obra o fuera de ella, como último recurso, se destinarán a valorización energética en plantas autorizadas.

##### - Metales:

- Medidas: Se aportará a la obra con el número conciso según la dimensión determinada en Proyecto y siguiendo antes de su colocación la planificación correspondiente con objeto de evitar el mínimo número de recortes y elementos sobrantes.
- Acopio: Deberá realizarse en zonas cubiertas para evitar los efectos perjudiciales de la lluvia y la humedad. En la medida de lo posible, deberán conservarse en su embalaje original hasta el momento de su utilización. Para este grupo de residuos deberán disponerse contenedores específicos que permitan su segregación del resto de residuos.

##### - Embalajes y plásticos:

- Medidas
  - La alternativa preferible es la recogida por parte del proveedor del material, ya que dispone de mejores condiciones logísticas para reutilizarlos o reciclarlos. En cualquier caso, no se ha de quitar el embalaje de los productos hasta que no sean utilizados, y después de usarlos, se guardarán inmediatamente.
  - En cuanto a los tubos de material plástico (PE, PVC, PP, ...), se pedirán para su suministro la cantidad más justa posible.
- Acopio
  - Preferiblemente deberán protegerse de la lluvia, la humedad o el sol para evitar su deterioro. Por ese motivo, se aconseja mantenerlos en su embalaje original hasta el momento de su uso. Se dispondrán contenedores para el almacenamiento. En el caso de tubos, se recomienda el uso de separadores a fin de evitar que éstos rueden.

#### 5. SEPARACIÓN, ALMACENAMIENTO Y RECOGIDA SELECTIVA

Mediante la separación de residuos se facilita su reutilización, valorización y eliminación posterior. Para la separación de los residuos peligrosos que se generen se dispondrá de contenedores adecuados y separados, cuya ubicación se señalará junto con la de la caseta de almacenaje. La recogida y tratamiento será objeto del Plan de Gestión de Residuos.



De acuerdo con el RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Tabla 8. Límite máximo de separación fraccionada. (RD 105/2008).

Hormigón	80 t
Ladrillos, tejas, cerámicos	40 t
Metal	2 t
Madera	1 t
Vidrio	1 t
Plástico	0,5 t
Papel y cartón	0,5 t

Las medidas contempladas deberán ser concretadas por el contratista adjudicatario en su Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

El personal de obra deberá estar informado de la sistemática de recogida selectiva de residuos depositándolos en la zona principal o temporales.

Las zonas temporales serán objeto de recogida periódica, según las necesidades, y los residuos transportados a la zona principal de almacenamiento donde serán retirados por los gestores transportistas autorizados.

El contratista estará obligado a:

- La recogida de los residuos de forma diferenciada por materiales según la Lista Europea de Residuos (LER).
- La designación de una zona principal de almacenamiento de residuos con contenedores (Punto Limpio).
- La designación de zonas temporales con contenedores de menor tamaño cercanas a los tajos de obra.
- La designación de zonas de acopio para los residuos de gran volumen tales como residuos de excavación (tierras) y residuos de demolición (mezclas bituminosas y hormigones).
- El diseño de un plan de recogida in situ de los residuos diferenciados que incluya medios materiales y humanos para su ejecución.
- La concienciación y formación en separación y gestión de residuos a todo el personal de obra incluyendo a los subcontratistas.
- La instalación de paneles informando sobre la separación y selectiva de residuos y las zonas de recogida.

## 6. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN Y ELIMINACIÓN

El desarrollo de las actividades de valorización de residuos de construcción y demolición requerirá autorización previa del órgano competente en materia medioambiental de la Comunidad Autónoma correspondiente, en los términos establecidos por la legislación vigente en materia de residuos.

Los residuos generados en las obras, serán gestionados en origen por el propio constructor (separación y/o reutilización) o bien serán entregados a un gestor autorizado (recogida, transporte y valoración/eliminación). Además, según se indica en el RD 105/2008, el productor (constructor) dispondrá de la documentación que

acredite que los residuos de construcción o demolición generados durante la obra, fueron gestionados en la propia obra o bien entregados a la instalación de valorización /eliminación autorizada.

La Empresa encargada de realizar la Gestión de Residuos emitirá un certificado de entrega de residuos por cada uno de los códigos LER que se reciban en sus instalaciones, donde se indicará la cantidad, naturaleza, y procedencia de los mismos, de acuerdo al Real Decreto 105/2008.

Tabla 9. Operaciones de reutilización, valorización y eliminación a que se destinarán los residuos de obra.

	Código LER	Descripción	Tratamiento previo	Reutilización	Valorización	Eliminación	Destino
RCDs Nivel I	1. Tierras y pétreos de excavación						
	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Sin tratamiento específico	-	R5	-	Vertedero
RCDs Nivel II	R.C. de naturaleza no pétreo						
	1. Asfalto						
	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a la especificadas en el código 17 03 01	Recogida selectiva y clasificación	-	R5	-	Gestor autorizado RNPs
	2. Madera						
	17 02 01	Madera	Recogida selectiva y clasificación	-	R3	-	Gestor autorizado RNPs
	3. Metales (incluidas sus aleaciones)						
	17 04 05	Hierro y acero	Recogida selectiva y clasificación	-	R4	-	Gestor autorizado RNPs
	4. Papel						
	15 01 01	Envases de papel y cartón	Recogida selectiva y clasificación	-	R3	-	Gestor autorizado RNPs
	R.C. de naturaleza pétreo						
	1. Hormigón						
	17 01 01	Hormigón	Recogida selectiva y clasificación	-	R5	-	Planta reciclaje RCD
	RCDs: Basuras, potencialmente peligrosos y otros						
	1. Basuras						
	20 02 01	Residuos biodegradables	Recogida selectiva y clasificación	-	R3	-	Planta reciclaje RSU



#### TERMINOLOGÍA

RCD: Residuo de Construcción y Demolición  
RSU: Residuos Sólidos Urbanos.  
RNP: Residuos NO peligrosos.  
RP: Residuos peligrosos

Las empresas de gestión y tratamiento de residuos estarán en todo caso autorizadas por la Comunidad Autónoma de Galicia para la gestión de residuos no peligrosos.

#### 6.1. Operaciones de reutilización

A efectos del presente Estudio se considera reutilización cualquier operación mediante la cual productos o componentes de productos que no sean residuos se utilizan de nuevo con la misma finalidad para la que fueron concebidos.

#### 6.2. Operaciones de valorización

Se consideran operaciones de valorización cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales, que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función en la instalación o en la economía en general (Art. 3.r de la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados).

Se consideran, en cualquier caso, operaciones de valorización las establecidas en Anexo II de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

R 1	Utilización principal como combustible u otro modo de producir energía.
R 2	Recuperación o regeneración de disolventes.
R 3	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que no se utilizan como disolventes (incluidos el compostaje y otros procesos de transformación biológica).
R 4	Reciclado o recuperación de metales y de compuestos metálicos.
R 5	Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas.
R 6	Regeneración de ácidos o de bases.
R 7	Valorización de componentes utilizados para reducir la contaminación.
R 8	Valorización de componentes procedentes de catalizadores.
R 9	Regeneración u otro nuevo empleo de aceites.
R 10	Tratamiento de los suelos que produzca un beneficio a la agricultura o una mejora ecológica de los mismos.
R 11	Utilización de residuos obtenidos a partir de cualquiera de las operaciones numeradas de R 1 a R 10.

R 12	Intercambio de residuos para someterlos a cualquiera de las operaciones enumeradas entre R 1 y R 11. Quedan aquí incluidas operaciones previas a la valorización incluido el tratamiento previo, operaciones tales como el desmontaje, la clasificación, la trituración, la compactación, la peletización, el secado, la fragmentación, el acondicionamiento, el reenvasado, la separación, la combinación o la mezcla, previas a cualquiera de las operaciones enumeradas de R 1 a R 11.
R 13	Almacenamiento de residuos en espera de cualquiera de las operaciones numeradas de R 1 a R 12 (excluido el almacenamiento temporal, en espera de recogida, en el lugar donde se produjo el residuo).

Las operaciones de valorización deberán ser realizadas por gestores autorizados por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Tras el análisis de los gestores de residuos que realizan operaciones de transporte/recogida y valorización en el entorno donde se desarrolla la obra, se prevé que todos los residuos que no sean reutilizados en la propia obra se destinen a operaciones de valorización.

El contratista deberá:

- Entregar los residuos a gestores autorizados para el transporte/recogida y disponer de copia de las resoluciones de inscripción en el Registro de empresas de recogida, transporte y almacenamiento de residuos no peligrosos (RNP) y conservar los documentos de recogida.
- Verificar que los transportistas/recogedores/almacenistas autorizados que retiran los residuos en obra entregan los residuos a gestores de valorización autorizados, disponer de copia de las autorizaciones de los gestores de valorización y conservar los documentos de entrega en las instalaciones de valorización y certificados de aceptación de cada uno de los residuos, emitido por titulares.

#### 6.3. Operaciones de eliminación

Se consideran operaciones de eliminación cualquier operación que no sea la valorización, incluso cuando la operación tenga como consecuencia secundaria el aprovechamiento de sustancias o energía. (Art. 3.v de la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados).

Se consideran, en cualquier caso, operaciones de eliminación las establecidas en Anexo I de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

No se ha estimado la necesidad de destinar residuos a operaciones de eliminación.

#### 7. DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS NO REUTILIZABLES NI VALORABLES

Se muestra a continuación, los vertederos seleccionados para residuos de construcción y demolición, próximos a la zona de actuación del presente proyecto, expuestos por la Consellería de Medio Ambiente.

Tabla 10. Vertederos seleccionados cerca de la zona de actuación. (FUENTE: SIRGA)

Nombre	Ayuntamiento	Ubicación	Tipo	Volumen (m3)	Año	Estado	Planta de valoración	Distancia a la obra
--------	--------------	-----------	------	--------------	-----	--------	----------------------	---------------------





Vertedero de Cerceda	Cerceda (A Coruña)	Anexo al vertedero RSU de Sogama	RCD	59.930	2002	En funcionamiento	No	32 km
Vertedero de Carballo	Carballo (A Coruña)	Lugar de Monte Neme	RCD	27.297	2001	En funcionamiento	No	47 km



Figuras 1 y 2. Vertedero de Cerceda. (FUENTE: SIRGA)



Figuras 3 y 4. Vertedero de Carballo. (FUENTE: SIRGA)



## 8. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Se establecen las siguientes prescripciones específicas en lo relativo a la gestión de residuos:

- Se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
- El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.
- La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor deberá hacerse constar en documento, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.
- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
- Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación al que se destinarán los residuos.

## 9. VALORACIÓN ECONÓMICA

La valoración económica para la gestión de residuos se calcula a partir de la cantidad estimada de residuos generados en la obra.

Tabla 11. Valoración económica.

A.- ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs				
Tipología RCDs	Estimación (m3)	Precio gestión (€/m3)	Importe (€)	% del presupuesto de la obra
A1 RCDs Nivel I				
Tierras y pétreos de excavación	13.134	5,80	76.177,20	4,11
A2 RCDs Nivel II				
RCDs Naturaleza Pétreo	233,47	18,55	4.330,87	0,23
RCDs Naturaleza no Pétreo				0,07
Asfalto	47,65	17,84	850,08	
Madera	0,32	17,84	5,70	
Metal	5,04	88,57	446,39	
Papel y cartón	1,58	11,19	17,68	
RCDs Potencialmente peligrosos	0,00	0,00	0,00	0,00
B.- RESTO DE COSTES DE GESTIÓN				
B1.- % Presupuesto hasta cubrir RCD Nivel I			0,00	0,00

B2.- % Presupuesto hasta cubrir RCD Nivel II	0,00	0,00
B3.- % Presupuesto de Obra por costes de gestión, alquileres, etc.	600,00	0,03
TOTAL PRESUPUESTO PLAN GESTIÓN DE RCDs		
	82.427,92	4,45

Los gastos A1 RCDs Nivel 1 ocasionados por la excavación en tierra y/o piedras, no se valoran en la gestión de residuos, al estar incluidos en las partidas del capítulo 2 "MOVIMIENTO DE TIERRAS" del presupuesto general de la obra.

Se establecen precios estimativos de gestión de residuos. El contratista posteriormente se podrá ajustar a la realidad de los precios finales de contratación y especificar los costes de gestión de los RCDs de Nivel II por las categorías LER si así lo considerase necesario.

- Costes de gestión de RCD de Nivel I: 4 €/m3
- Costes de gestión de RCD de Nivel II: 10 €/m3

Se incluye un apartado B.-RESTOS DE COSTES DE GESTIÓN, que incluye 3 partidas:

- B1.- Porcentaje del presupuesto de obra que se asigna si el coste del movimiento de tierras y pétreos del proyecto supera el límite superior de la fianza (80.000 €).
- B2.- Porcentaje del presupuesto de obra asignado hasta completar el mínimo del 0,2%.
- B3.- Estimación del porcentaje del presupuesto de obra del resto de costes de la Gestión de Residuos, tales como alquileres, portes, maquinaria, mano de obra y medios auxiliares en general.

El presupuesto de Gestión de residuos asciende a 82.427,92 €.

A Coruña, septiembre de 2020

El autor del proyecto

José Pajarrón Puga



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 16:**  
**ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

## **APÉNDICE I**

### **CUADRO DE PRECIOS Nº1**





Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
	1 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS		
1.1	m3 RETIRADA DE TIERRAS INERTES N.P. A VERTEDERO AUTORIZADO 35 km Retira de tierras inertes en obra de nueva planta a vertedero autorizado situado a una distancia máxima de 35 km, formada por: selección, carga, transporte, descarga y canon de vertido. Medido el volumen esponjado.	5,80	CINCO EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS
1.2	m3 RETIRADA RESIDUOS HORMIGÓN MÁX. 35 km Retirada de residuos de hormigón en obra de nueva planta a planta de valorización situada a una distancia máxima de 35 km, formada por: transporte interior, carga, transporte a planta, descarga y canon de gestión. Medido el volumen esponjado.	18,55	DIECIOCHO EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS
1.3	m3 RETIRADA RESIDUOS MIXTOS DEMOL. A PLANTA SE VALORIZ. 35 km Retirada de residuos mixtos en obra de demolición a planta de valorización situada a una distancia máxima de 10 km, formada por: carga, transporte a planta, descarga y canon de gestión. Medido el volumen esponjado.	17,84	DIECISIETE EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
1.4	t. RETIRADA RESIDUOS ACERO N.P., DIST. MÁX. 35 km Retirada de residuos de acero en obra de nueva planta situada a una distancia máxima de 35 km, formada por: transporte interior, carga, transporte y descarga en almacén. Medido el peso en bascula puesto en almacén.	58,89	CINCUENTA Y OCHO EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
1.5	t. RETIRADA RESIDUOS PAPEL-CARTÓN A DIST. MÁX. 35 km Retirada de residuos de papel y cartón a planta de valorización situada a una distancia máxima de 35 km, formada por: carga, transporte a planta, descarga y canon de gestión. Medido el peso en bascula puesto en planta.	11,19	ONCE EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS

A Coruña, septiembre de 2020

El autor del proyecto

José Pajarrón Puga



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 16:**  
**ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

## **APÉNDICE II**

### **PRESUPUESTO**



Presupuesto parcial nº 1 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS						
Num.	Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
1.1	G02TTT010	m3	RETIRADA DE TIERRAS INERTES N.P. A VERTEDERO AUTORIZADO 35 km Retira de tierras inertes en obra de nueva planta a vertedero autorizado situado a una distancia máxima de 35 km, formada por: selección, carga, transporte, descarga y canon de vertido. Medido el volumen esponjado.	13.134,00	5,80	76.177,20
1.2	G02HAV010	m3	RETIRADA RESIDUOS HORMIGÓN MÁX. 35 km Retirada de residuos de hormigón en obra de nueva planta a planta de valorización situada a una distancia máxima de 35 km, formada por : transporte interior, carga, transporte a planta, descarga y canon de gestión. Medido el volumen esponjado.	233,47	18,55	4.330,87
1.3	G02RRR040	m3	RETIRADA RESIDUOS MIXTOS DEMOL. A PLANTA SE VALORIZ. 35 km Retirada de residuos mixtos en obra de demolición a planta de valorización situada a una distancia máxima de 10 km, formada por: carga, transporte a planta, descarga y canon de gestión. Medido el volumen esponjado.	47,97	17,84	855,78
1.4	G01MHA010	t.	RETIRADA RESIDUOS ACERO N.P., DIST. MÁX. 35 km Retirada de residuos de acero en obra de nueva planta situada a una distancia máxima de 35 km, formada por: transporte interior, carga, transporte y descarga en almacén. Medido el peso en bascula puesto en almacén.	7,58	58,89	446,39
1.5	G02DMM010	t.	RETIRADA RESIDUOS PAPEL-CARTÓN A DIST. MÁX. 35 km Retirada de residuos de papel y cartón a planta de valorización situada a una distancia máxima de 35 km, formada por: carga, transporte a planta, descarga y canon de gestión. Medido el peso en bascula puesto en planta.	1,58	11,19	17,68
Total presupuesto parcial nº 1 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS :						81.827,92

Presupuesto de ejecución material

	Importe (€)
1 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	81.827,92
Total	81.827,92

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de OCHENTA Y UN MIL OCHOCIENTOS VEINTISIETE EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS.

A Coruña, septiembre de 2020

El autor del proyecto

José Pajarrón Puga





ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 17:  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

**ANEJO Nº17  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**



ÍNDICE

1. Introducción ..... 1

2. Marco legislativo ..... 1

3. Análisis del territorio ..... 1

4. Identificación y valoración de impactos ..... 2

5. Medidas de mitigación ..... 3

6. Seguimiento ambiental..... 4

Apéndice I

MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo se redacta con el objetivo de analizar las distintas afecciones ambientales que puedan causar las obras del proyecto “Depósito y red de aguas regeneradas en A Coruña”, tanto en la fase constructiva como en la de servicio, así como una propuesta para minimizar dichos efectos.

Para ello se va a describir el medio, (se remite a la memoria descriptiva para la descripción de las obras), posibles impactos generado por las obras y, por último, medidas protectoras para paliar dicho impacto, así como consideraciones medioambientales a tener en cuenta durante la construcción y explotación.

### 1.1. Descripción de las obras

La ejecución de las obras del Proyecto, comprende la construcción de cuatro estructuras y una conducción enterrada.

Desde el inicio se ha tenido en cuenta el valor ambiental de la zona de actuación y todas las decisiones proyectivas han ido en consonancia con la minimización de impactos en este sentido.

Tanto el filtro como el tanque de cloración se han ubicado en una zona altamente alterada como es el entorno de EDAR Bens, siendo el impacto mucho más bajo que en otras zonas del entorno.

En el caso del depósito, se ha tenido en cuenta de forma que se ha optado por un depósito enterrado. En caso de ser semienterrado o superficial, tendría un gran impacto visual en la zona. El único elemento superficial fuera de la zona industrial es la caseta de bombeo, que por sus reducidas dimensiones se entiende que el impacto es mínimo. A mayores la cobertura vegetal de ambos elementos hace que la integración paisajística sea mucho más favorable.

Por último, las conducciones, que se desarrollan en su totalidad por viales existentes, evitando la destrucción de espacios verdes que conforman en la actualidad la ladera del monte.

## 2. MARCO LEGISLATIVO

### 2.1. Legislación nacional

La Ley 21/2013, de 9 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación Ambiental de proyectos. Establece las bases que deben regir la evaluación ambiental de los planes, programas y proyectos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente, garantizando un elevado nivel de protección ambiental, con el fin de promover un desarrollo sostenible.

Según la citada ley el proyecto “Depósito y red de aguas regeneradas en A Coruña” no se encuentra incluido en ninguno de los grupos del Anexo I (en el grupo 7, “Proyectos de Ingeniería Hidráulica y de gestión del agua” no se incluye en ninguno de los subgrupos) ni del Anexo II (en el grupo VIII, “Proyectos de Ingeniería Hidráulica y de gestión del agua” no se incluye en ninguno de los subgrupos). Por lo tanto, el proyecto no estará sometido a Evaluación Ambiental Ordinaria.

### 2.2. Legislación autonómica

- Decreto 442/90 de Impacto Ambiental de Galicia (en Galicia es de aplicación supletoria el Real Decreto Legislativo estatal 1/2008).
- Decreto 327/91 de Evaluación de Efectos Ambientales en Galicia.
- Ley 1/95 de Protección Ambiental de Galicia.
- Decreto 133/2008 de 12 de junio por el que se regula la evaluación de incidencia ambiental.

### 2.3. Red Natura 2000

La Red Natura 2000 es la red de espacios naturales protegidos a escala de la Unión Europea. En diciembre de 2011 se propone una ampliación de la Red Natura de Galicia.

DECRETO 37/2014, de 27 de marzo, por el que se declaran zonas especiales de conservación los lugares de importancia comunitaria de Galicia y se aprueba el Plan director de la Red Natura 2000 de Galicia.

Las obras del proyecto “Depósito y red de aguas regeneradas en A Coruña” no se encuentran en ninguna de las notificaciones de los LIC (Lugares de Importancia Comunitaria), por lo que no es necesario realizar el Estudio de Impacto Ambiental.

### 2.4. Espacio protegido

Las obras del presente proyecto se desarrollan en espacio exento de cualquier consideración o figura de protección ambiental a mayores de las expuestas anteriormente.

## 3. ANÁLISIS DEL TERRITORIO

### 3.1. Situación

Las obras se desarrollan por completo en el Ayuntamiento de A Coruña, dentro de la parroquia de San Pedro de Visma.

Esta parroquia se ubica en la zona oeste del término municipal, limitada por el mar en las zonas norte y oeste, el Ayuntamiento de Arteixo en el sur y en núcleo urbano de A Coruña en el este.

### 3.2. Medio físico

#### 3.2.1. Morfología

La parroquia de San Pedro de Visma se caracteriza por un relieve acentuado, situándose la mayoría de los núcleos urbanos de la parroquia en el valle que forman los dos montes que se encuentran en ella: Monte de San Pedro y Monte das Pallas.

La base de ambos montes, bañadas por el mar se puede asumir como cota +0 m.s.n.m. (Cota 0 del puerto de A Coruña), siendo la coronación del monte de San Pedro, donde se desarrolla la mayor parte de la conducción, +125 m.s.n.m. en su coronación.

En la cima y ladera norte de dicho monte se encuentra el Parque de Bens, punto final de la conducción de distribución.

En cuanto a la hidrología del entorno:

- Río Monelos: El desarrollo urbanístico de la ciudad hizo que este río discurra canalizado por el subsuelo de la ciudad.
- Río Seixedo y embalse de Rosadoiro: Situados en el T.M. de Arteixo, dan servicio al polígono de Sabón.

En ninguno de los dos casos anteriormente mencionados se puede considerar que la actuación sea de relevancia en términos de afecciones medioambientales.

#### 3.2.2. Geología y geotecnia

Se detallan las características geológicas y geotécnicas de la zona en sus correspondientes anejos.





### 3.2.3. Climatología

Debido a la proximidad del mar, las precipitaciones y la humedad del aire suelen ser elevadas. En la costa los inviernos suelen ser suaves y los veranos suelen ser en general frescos y húmedos.

En general, las temperaturas máximas aumentan y las mínimas disminuyen desde el noroeste hacia el suroeste. La oscilación térmica se incrementa también en la misma dirección, en consonancia con el incremento de la continentalidad climática al alejarse de la costa.

La oscilación térmica anual del área de estudio es reducida, alrededor de los 13-14°C, típico de los climas en los que el mar ejerce una función reguladora. Predominan los vientos del noroeste (188 días al año), el viento presenta en la zona unas velocidades que alcanzan una media de 10-11 km/h, si bien, Ares orientada hacia el interior de la ría, disminuye la influencia de los vientos sobre su territorio.

En lo que respecta a las precipitaciones, el régimen pluviométrico de la zona ha sido clasificado como no mediterráneo.

### 3.2.4. Vegetación

A lo largo de toda la costa de la parroquia de San Pedro de Visma se extienden los pastos arbustivos y los matorrales, representado principalmente por toxeras (*Ulex* sp.) y uceiras (*Eira* sp.). La florística está caracterizada por la composición de las siguientes especies: toxos (*Ulex europaeus* e *Ulex gallii*), diversas ericáceas (*Erica vagans*, *Erica ciliaris*, *Erica cinerea*), gramíneas (*Pseudoarrhenatherum longifolium*, *Agrostis curtisii*, *Agrostis capillaris*, etc.).

Bajo la denominación de matorrales se encuentra la vegetación halófila costera formada principalmente por las siguientes clases: *Juncetum maritimi*, *Saginetum maritima*, *Salicornietum fruticosae*, *Thero-Suadetea*.

### 3.2.5. Fauna

La vegetación descrita en el apartado anterior condiciona la posibilidad de establecimiento de las especies faunísticas y su desarrollo. En los últimos años, pese a los esfuerzos de la administración, han proliferado las especies invasoras, no sólo en la zona de actuación, si bien en toda Galicia.

Se enumeran a continuación los principales ecosistemas faunísticos y su desarrollo:

- Aves: *Fringilla coelebs*, *Buteo buteo*, *Emberiza cirlus*, *Sylvia undata*, *Certhia brachydactyla*, *Picus viridis*, *Parus*, *Accipiter nisus*, *Motacilla alba*, *Hirundo rustica*
- Mamíferos: *Oryctolagus cuniculus*, *Vulpes vulpes*, *Mustela*, *Rattus* spp.
- Réptiles: *Lacerta schreiberi*, *Lacerta monticola*, *Podarcis hispania*
- Anfibios: *Rana ibérica*, *Rana temporaria*, *Triturus helveticus*, *Chioglossa lusitánica*, *Discoglossus galganoi*.

## 4. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

### 4.1. Identificación de impactos

Las actividades y elementos capaces de producir impactos se diferencian en dos grandes grupos: temporales y permanentes. Los temporales están relacionados con el proceso de construcción, mientras que los permanentes son aquellos que quedarán presentes tras finalizar la etapa de las obras.

A continuación, se realiza una identificación de las acciones del proyecto con mayor potencial de generar impactos:

#### Fase de construcción:

- Desbroce de la capa vegetal
- Excavaciones

- Rellenos
- Tendido y puesta en obra de conducciones
- Movimientos de maquinaria pesada en obra
- Transporte de materiales
- Acopio de materiales
- Vertidos accidentales
- Construcción de las estructuras
- Consumo de mano de obra necesaria para la ejecución del proyecto

#### Fase de explotación y mantenimiento:

- Superficies afectadas por la ocupación de las nuevas estructuras
- Supervisión del sistema
- Mantenimiento de equipos

### 4.2. Impactos previstos

Para cada una de las fases se van a determinar los impactos según el medio al que afecten. Se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio.

#### 4.2.1. Sobre los suelos

Las principales afecciones sobre el suelo están relacionadas con el aumento de la erosión, la pérdida de volumen de la capa edáfica superficial y la compactación del mismo en las zonas ocupadas por la conducción, pozos de registro y las estructuras.

Los movimientos de tierra derivados de las excavaciones son las acciones que presentan las alteraciones más directas e intensas en el suelo y de los procesos geomorfológicos y erosivos.

Sin embargo, la mayor parte del proyecto (conducciones) discurre bajo viales, donde el suelo ya ha sido modificado por pavimentación. Los desbroces necesarios para la preparación de la zona suponen la aparición de superficies vulnerables a procesos erosivos. Se considera un impacto de carácter negativo y moderado para el caso del movimiento de tierras y negativo bajo para el caso de las labores de desbroce.

#### 4.2.2. Sobre la atmósfera

##### Calidad del aire

Los trabajos de movimiento de tierras pueden presentar impactos en la calidad del aire por el aumento de las partículas en suspensión.

También se producirá emisión de gases de invernadero a la atmósfera procedente de la maquinaria de obra, que debe ser amortiguada mediante la correcta puesta a punto de los motores de combustión, el empleo de silenciadores, etc.

Todas estas labores de construcción tienen carácter temporal y los impactos producidos por cambios en la calidad del aire cesarán una vez que finalicen las obras. En fase posterior a las obras, por tanto, no tendrá lugar la emisión de contaminantes a la atmósfera, no produciéndose emisiones ni de polvo ni de gases.



#### Ruido

Como consecuencia de la actividad de la maquinaria durante las obras se producirá un aumento de los niveles sonoros en las zonas circundantes.

Estas alteraciones serán especialmente significativas en las zonas próximas a núcleos de población o viviendas aisladas – zonas de instalación de la conducción, así como en las zonas de fauna más sensibles al ruido.

Igual que antes, todas estas labores son de carácter temporal y cesarán una vez finalicen las obras. El impacto global será negativo y moderado.

#### **4.2.3. Sobre la hidrología**

Los movimientos de tierra o lavado de hormigoneras y herramientas pueden producir contaminación de las aguas por arrastres, aunque esta actividad deberá desarrollarse de manera controlada, ya que cualquier depósito contaminante sobre el suelo es susceptible de ser transportado por las aguas de escorrentía superficial y/o de infiltrarse en el suelo hasta alcanzar la franja saturada, aunque la probabilidad de ocurrencia de este impacto es baja. El impacto será negativo y bajo.

No obstante, entendiendo el conjunto de la cuenca, se podría considerar la actuación como positiva y compatible, debido al ahorro de agua (y sobre todo, agua potable) que supondrá en su conjunto, rebajando el estrés hídrico sobre la cuenca y en especial sobre el Embalse de Cecebre.

#### **4.2.4. Sobre la vegetación**

Las alteraciones que sobre las formaciones vegetales originarán las obras proyectadas durante la fase de construcción y que se relacionan con las acciones del proyecto que implican una mayor incidencia son: el despeje y desbroce de la vegetación existente y la ocupación subsiguiente del terreno con instalaciones permanentes (depósito, caseta de bombeo y pozos de registro), además de las modificaciones en la configuración del terreno y sus características estructurales con las excavaciones para enterrar la conducción.

La ocupación de terreno por la conducción, va a suponer la afección a una superficie de escaso valor botánico, garantizándose la protección de las formaciones de mayor valor ecológico (que constituyen las zonas de mayor vulnerabilidad y menor capacidad de acogida de la infraestructura de abastecimiento).

Del resto de acciones, con el fin de evitar impactos adicionales sobre esta variable, habrá de contemplarse que la instalación de zonas auxiliares y áreas de vertido y acopio, se localicen en zonas de bajo valor ambiental, y que el tránsito de maquinaria y vehículos pesados se limite a la red de caminos existente. Por último, la generación de vertidos accidentales puede ocasionar daños puntuales a las formaciones vegetales presentes. No obstante, estos impactos se asocian tan sólo a situaciones accidentales o fortuitas.

#### Degradación

Las excavaciones y movimientos de tierras alterarán las condiciones ambientales por emisión de partículas de la cubierta vegetal, degradándola y ocasionando un menor rendimiento fotosintético.

Esta alteración será temporal recuperándose las condiciones iniciales una vez finalizada la obra. Se considera el impacto negativo y bajo.

#### Destrucción

Se destruirá la escasa vegetación que actualmente hay en la zona de construcción de la caseta de bombeo y depósito por ocupación del suelo de forma permanente.

La vegetación en esta zona es irrecuperable, el impacto será negativo y bajo al afectar a una zona puntual.

No obstante, para el caso de estas afecciones a suelo de forma permanente, el proyecto prevé el ajardinamiento de las cubiertas, tanto de la caseta como la del depósito enterrado.

#### **4.2.5. Sobre la fauna**

Durante la ejecución de las obras se producirá una alteración temporal del hábitat faunístico por los ruidos, vibraciones y emisiones de polvo, resultado de las obras, así como por el trasiego de vehículos y máquinas por la zona.

Esto podría provocar de forma temporal un efecto barrera. La temporalidad de las acciones constructivas con mayor incidencia en la fauna (especies silvestres), y el carácter localizado de las afecciones, permite evaluar como mayor parte de las acciones asociadas al proyecto de carácter recuperable y reversible.

Durante la fase de explotación, las principales molestias a la fauna circundante son las derivadas del ruido generado por las instalaciones de la infraestructura de abastecimiento (mínimo), provocando su desplazamiento, principalmente por la presencia de personas para el funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones, aunque gracias al control remoto de los bombeos y valvulería, no hace falta la presencia de personas para su puesta en marcha.

Hay que destacar en este sentido la importancia del diseño del trazado, ya que conlleva la ocupación de las áreas de menor valor ambiental por este tipo de instalaciones. El impacto global se considera negativo y moderado.

#### **4.2.6. Sobre el paisaje**

No se prevén impactos sobre este aspecto, debido a que las tuberías estarán enterradas, así como el depósito.

El proyecto ha tenido una gran consideración con este aspecto, debido al alto valor paisajístico de la zona, siendo una zona de recreo con el paseo marítimo que discurre entre la parcela de ubicación del depósito y caseta y el mar.

En cuanto a la caseta, al ser de pequeñas dimensiones y con cobertura vegetal, integrándose en el entorno, se valora un impacto negativo y bajo.

#### **4.2.7. Sobre el medio socioeconómico**

Durante la ejecución del proyecto existirán impactos temporales como modificaciones temporales sobre los usos de suelo, ocupaciones temporales, desvíos provisionales por presencia de maquinaria, etc.

No obstante, la ejecución del proyecto supone una mejora de las infraestructuras de abastecimiento de agua en la zona, y por lo tanto una mayor garantía en el suministro de agua potable, resultando un impacto global claramente beneficioso para la zona. El impacto global, por tanto, sería positivo y compatible.

### **4.3. Valorización de impactos**

Para la valorización de estos impactos se empleará una matriz de impacto ambiental, en la que se indican las interacciones entre los factores ambientales y las causas del impacto.

La simbología empleada en la matriz se detalla a continuación:

- Intensidad del impacto: B (Bajo), M (Moderado), A (Alto)
- Naturaleza: Negativo (nada), positivo (+)
- Persistencia: Naranja (Permanente), Amarillo (Puntual)

La matriz de impactos se recoge en el Apéndice nº1 del presente anejo.



## 5. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Las medidas de mitigación tienden a compensar o revertir los efectos adversos o negativos del proyecto. A continuación, se detallan algunas de las medidas a realizar:

### Medidas sobre el suelo

- Se jalonarán debidamente las áreas donde se va trabajar para no ocupar más suelo del estrictamente necesario para la implantación y construcción. Se emplearán preferiblemente como zonas de acopio temporal de tierras, así como zona de ubicación de instalaciones auxiliares, espacios degradados o campos abandonados, evitando áreas rurales o forestales o terrenos próximos a cursos de agua.
- Los materiales almacenados deberán estar convenientemente protegidos para no producir filtraciones al medio fluvial a través del suelo.

### Medidas contra la contaminación atmosférica

- En el programa de ejecución se determinarán los viales de acceso y las áreas de trabajo en las que puedan existir emisiones de polvo.
- Se controlará que la maquinaria cuente con revisiones actualizadas de forma que no supere los niveles establecidos de ruido, ni emisiones contaminantes. Se efectuarán riegos para reducir la emisión de polvo.
- Todos los vehículos que transporten materiales finos fuera de la zona de obras deberán cubrir su carga con lonas. La maquinaria (fija y móvil) empleada durante la fase de construcción deberá pasar las inspecciones técnicas necesarias, para cumplir la legislación en materia de emisión de humos.

### Medidas contra la contaminación acústica

Se verificará que la maquinaria se ajusta a las prescripciones de la legislación vigente y que los elementos cumplen con los aislamientos mínimos establecidos. Se evitarán trabajos en las horas nocturnas.

### Medidas para proteger el medio hídrico

- Se evitará la instalación de casetas, acopios, zonas de maquinaria, etc. en zona de dominio público hidráulico.
- Queda prohibido todo tipo de vertido directo al cauce de ríos y arroyos presentes en la zona, de cualquier tipo de agua o sustancia contaminante.
- El repostaje, reglaje, cambio de aceite y, en general, cualquier actividad de mantenimiento o puesta a punto de maquinaria, se efectuará dentro del parque de máquinas o de zonas destinadas a tal fin y siempre fuera de cualquier tipo cauce.

### Medidas para proteger la vegetación

- En la medida de lo posible se respetará la vegetación natural arbustiva existente procediendo a la instalación de un balizamiento de protección. En caso de que resulte inevitable la afección, se procederá a solicitar la pertinente autorización para tala o poda, al órgano competente. En estas zonas se aplicará el criterio de ocupación temporal estricto (limitando la anchura de ocupación al mínimo de 20 m).
- Una vez finalizada la obra se procederá a revegetar sobre la zona afectada con las mismas especies existentes en el entorno. Estas labores deberán realizarse paralelamente a las operaciones de obra minimizando el tiempo de permanencia de las superficies desnudas sin tratamiento de protección.

### Limpieza general de la obra

Se procederá a la restauración y revegetación de todas las superficies afectadas, devolviendo el terreno a sus condiciones iniciales.

### Medidas sobre el medio socioeconómico

Para potenciar la economía local y calidad de vida durante las fases de construcción y funcionamiento, se procurará la utilización de mano de obra de los municipios afectados por las infraestructuras del proyecto.

Se procederá a la información pública de las características de las infraestructuras a realizar, (colocación de carteles informativos). Se repondrán las servidumbres de paso y caminos ya existentes, de manera restringida siempre al ancho inicial de los mismos.

## 6. SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Al objeto de comprobar la eficacia de las medidas adoptadas, garantizado su adecuado mantenimiento, y de detectar la aparición de posibles nuevos impactos para diseñar y aplicar las correspondientes medidas minimizadoras, se procederá a la realización de un seguimiento y control ambiental.

La vigilancia ambiental se llevará a cabo mediante la realización de controles que garanticen el cumplimiento de todas las medidas señaladas. En particular este seguimiento, que quedará plasmado en los informes definidos en el Plan de vigilancia ambiental, tendrá en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguimiento y control de las zonas de protección
- Seguimiento de la calidad del aire
- Seguimiento y vigilancia de la protección del sistema hidrológico
- Seguimiento y vigilancia de la protección de la fauna
- Seguimiento de la gestión de residuos y tierras limpias generadas en las obras.
- Control de vertidos.
- Control del mantenimiento posterior de las revegetaciones
- Identificación de impactos no previstos y adaptación de medidas adicionales
- Identificación de impactos residuales que tras la aplicación de las medidas preventivas y correctoras pudieran aparecer.





ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 17:**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

## **APÉNDICE I**

### **MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL**



		Suelo			Atmósfera		Aguas			Vegetación	Fauna			Paisaje	Medio socioeconómico
		Ocupación del suelo	Geología y edafología	Erosión	Ruido	Calidad del aire	Aguas superficiales	Aguas subterráneas	Calidad del agua	Cobertura vegetal	Aves	Fauna terrestre	Fauna acuática	Modificación	Empleo local
Fase de construcción	Desbroce			B						B					+B
	Movimiento de tierras		B		M	M		B		B	B	M			+B
	Transporte de materiales				B	B									+B
	Acopio de materiales	M			B	B									+B
	Vertidos accidentales		B				A	A	A	B		A	A		+B
	Colocación de tuberías	M			B										+B
	Construcción estructuras	M			M	M				B	B	B	B		+B
Fase de explotación	Superficies afectadas por la ocupación de las nuevas estructuras	M												B	
	Mantenimiento de los equipos														+B

**INTENSIDAD DEL IMPACTO:** Bajo (B), Moderado (M), Alto (A).

**NATURALEZA:** Negativo (Ø), Positivo (+).

**PERSISTENCIA:** Naranja (permanente), Amarillo (puntual).



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 18:  
PLAN DE OBRA**

**ANEJO Nº18  
PLAN DE OBRA**





## ÍNDICE

1. Introducción .....	1
2. Duración de las actividades .....	1
3. Plan de obra .....	2



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo se redacta conforme a lo expuesto en el artículo 233 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, **de Contratos del Sector Público**, por la que se traspone al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y de Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE de 26 de Febrero de 2014:

Artículo 233. Contenido de los proyectos y responsabilidad derivada de su elaboración.

1. Los proyectos de obras deberán comprender, al menos:

e) *Un programa de desarrollo de los trabajos o plan de obra de carácter indicativo, con previsión, en su caso, del tiempo y coste.*

## 2. DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Para estimar la duración de las diferentes actividades se ha partido de los rendimientos de los equipos de maquinaria y mano de obra empleados en el anejo de Justificación de Precios.

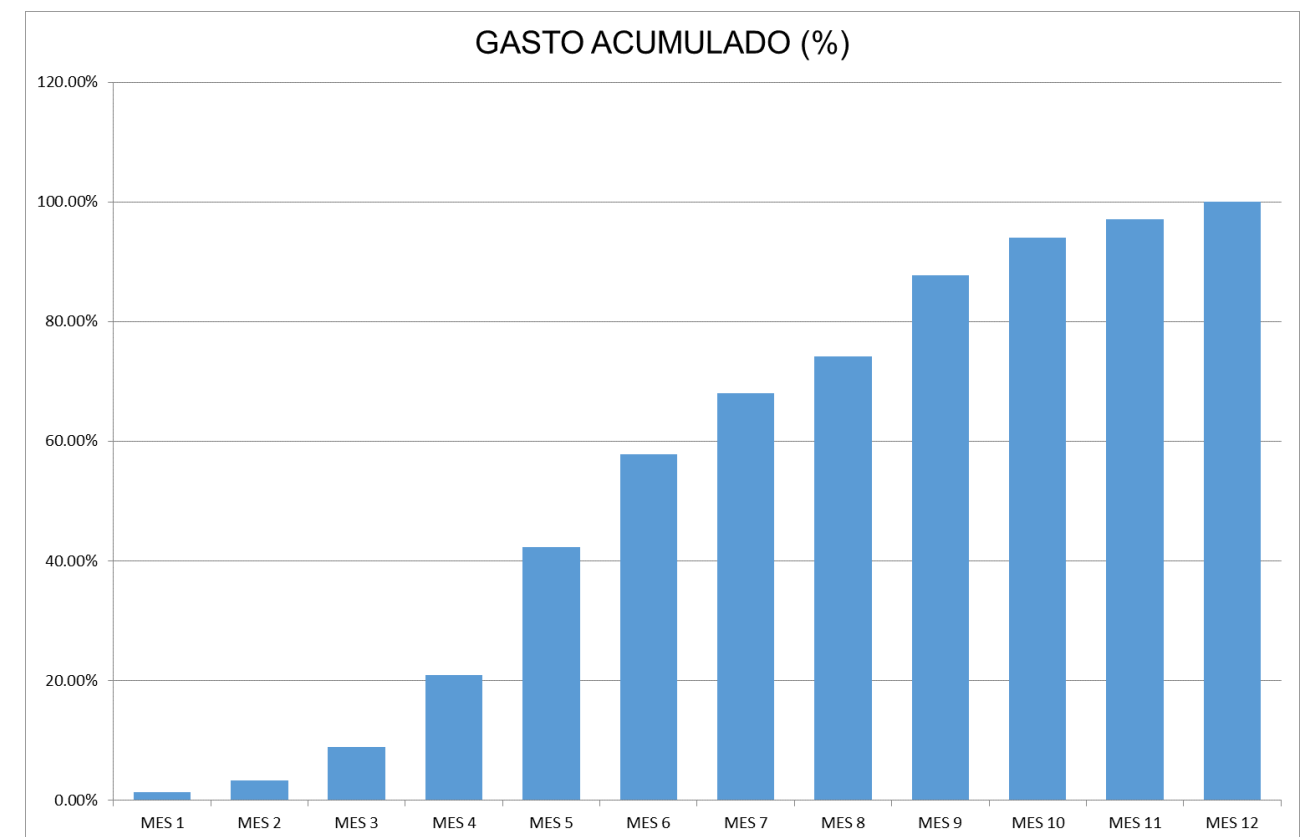
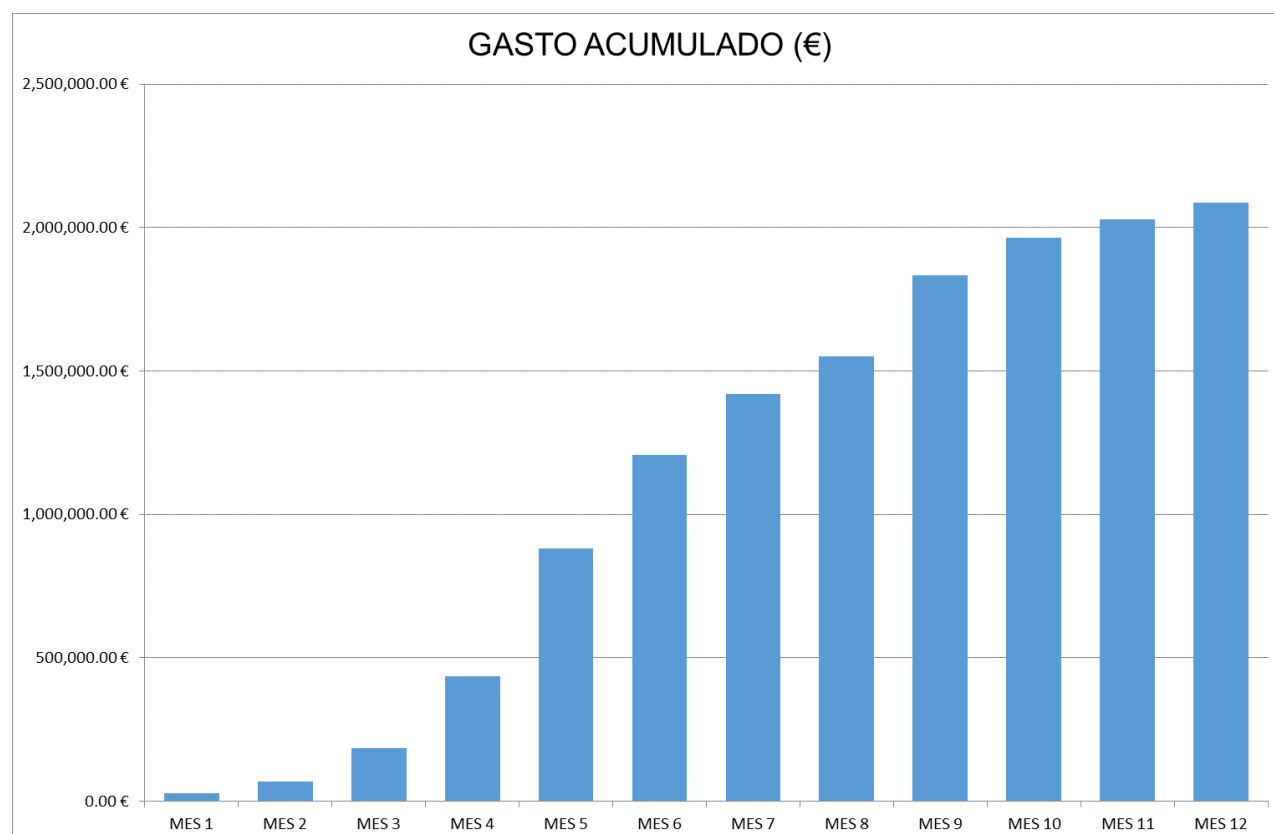
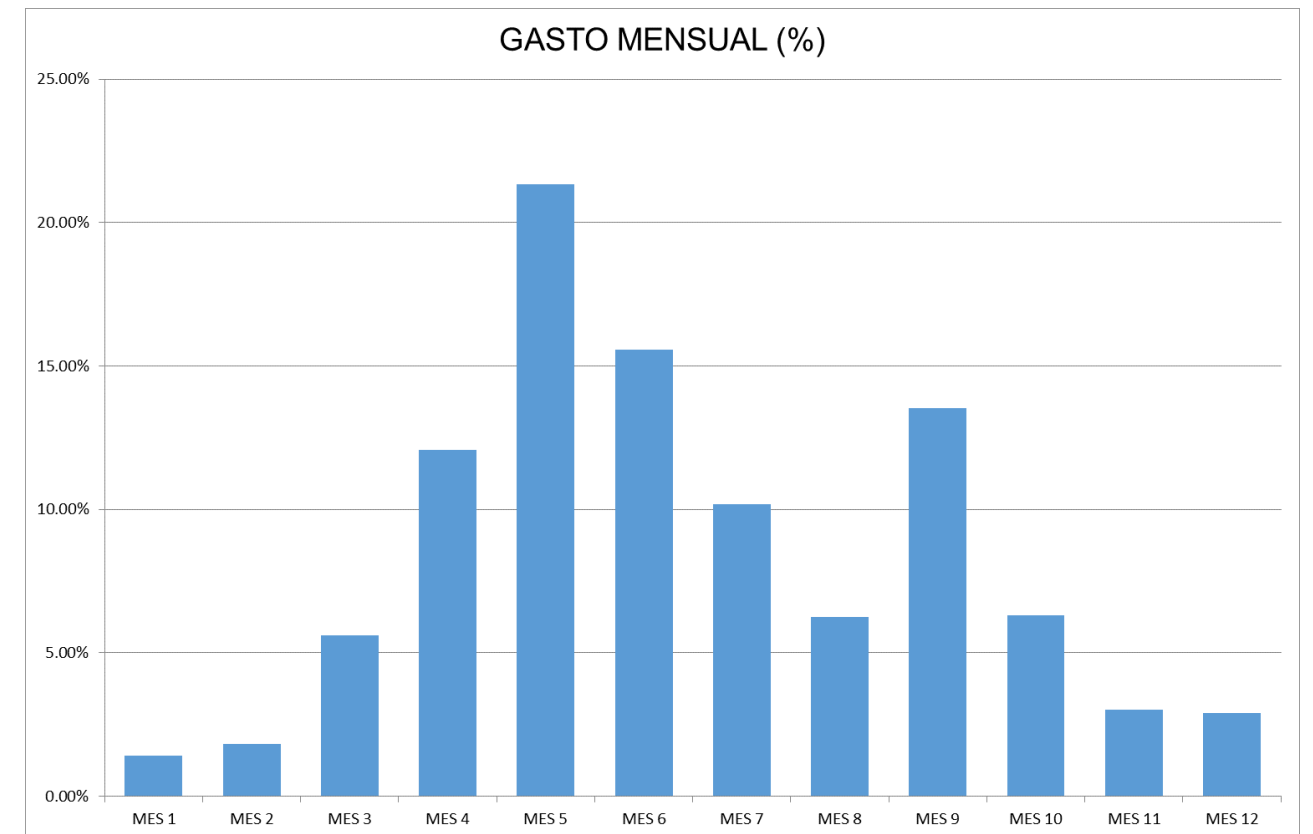
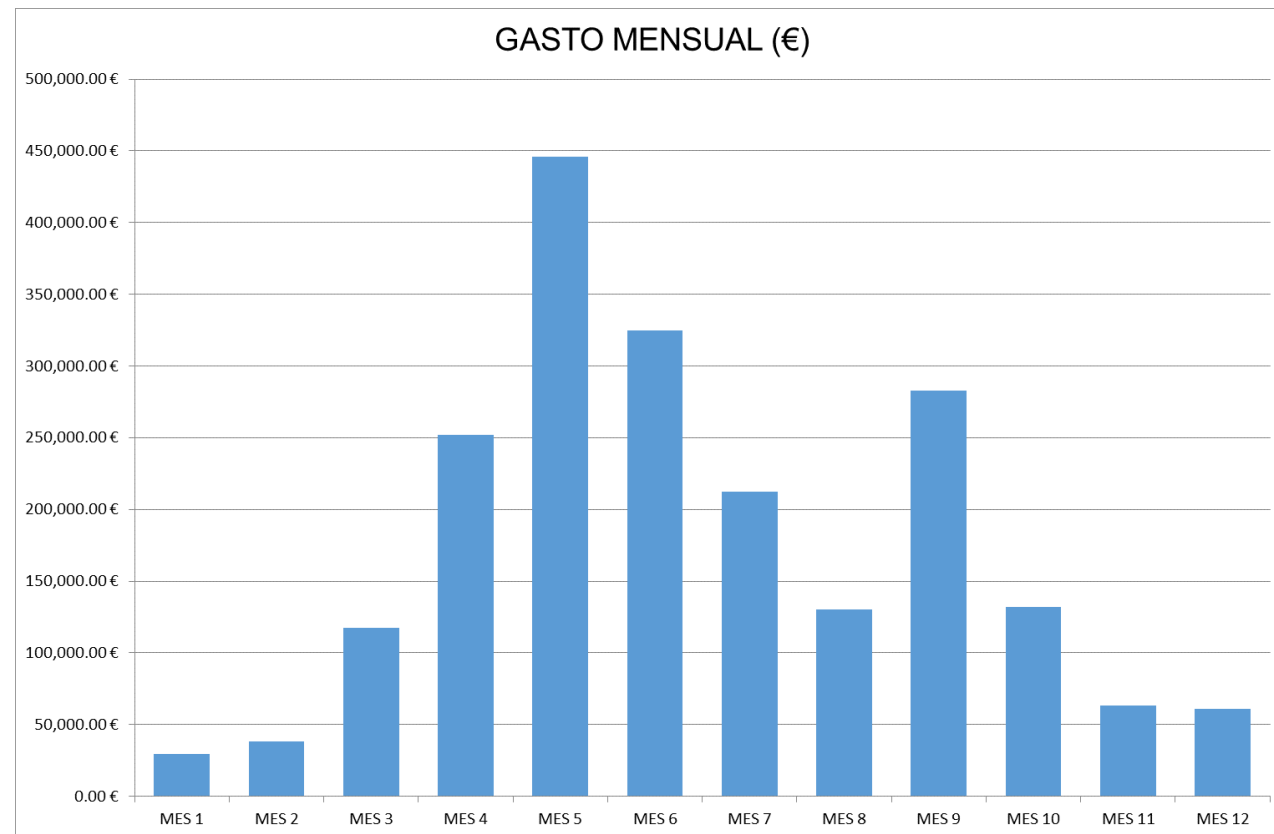
Establecida la duración de las diferentes actividades, se crea el orden de los trabajos con la relación de precedencias que puede verse en el Diagrama de Gantt del plan de obra adjunto.



3. PLAN DE OBRA

	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	TOTAL
TRABAJOS PREVIOS Y MOVIMIENTO DE TIERRAS													
Desbroce de terreno desarbolado	588,38 €												52.031,63 €
Demolición y levantamiento de pavimento MBC	519,91 €												
Levantado compresor acera	1.873,31 €												
Desmonte de tierra a cielo abierto	13.067,63 €	17.423,50 €											
Excavación en zanja y/o pozo en tierra		7.423,56 €	7.423,56 €	3.711,78 €									
FILTRO Y TANQUE DE CLORACIÓN													
Encofrado cimentación			1.101,59 €										559.014,50 €
Hormigonado cimentación			95.293,31 €	31.764,44 €									
Encofrado muros				51.492,40 €	51.492,40 €								
Hormigonado muros					196.722,22 €	131.148,15 €							
DEPÓSITO Y CASETA DE BOMBEO													
Encofrado cimentación				1.409,28 €									607.898,93 €
Hormigonado cimentación				135.208,15 €	45.069,38 €								
Encofrado muros y pilares					25.153,54 €								
Hormigonado muros y pilares					59.564,88 €	59.564,88 €							
Encofrado losa superior						73.854,53 €	73.854,53 €						
Hormigonado losa superior							80.531,87 €	53.687,91 €					
IMPERMEABILIZACIONES Y DRENAJES													
Impermeabilización interior depósito									90.999,21 €	45.499,61 €			280.127,24 €
Impermeabilización muros exteriores y cubiertas									110.109,26 €	27.527,32 €			
Instalación tubo drenaje									2.477,52 €				
Relleno grava trasdós depósito										3.497,80 €			
Colocación gárgolas										16,52 €			
EQUIPAMIENTO HIDRÁULICO													
Tendido de conducciones				12.457,12 €	49.828,46 €	49.828,46 €	49.828,46 €	49.828,46 €	49.828,46 €	24.914,23 €			392.349,87 €
Instalación valvulería								18.502,04 €	18.502,04 €	9.251,02 €			
Construcción de registros				2.397,84 €	9.591,37 €	2.397,84 €							
Instalación de grupos de presión y calderín												18.866,25 €	
Relleno grava filtro										7.153,67 €	7.153,67 €		
Instalación de equipo clorador												12.020,48 €	
PAVIMENTOS Y REPOSICIÓN DE FIRMES													
Relleno zanjas										3.203,51 €	6.407,01 €	1.601,75 €	55.914,45 €
Reposición de asfalto											5.169,50 €	1.723,17 €	
Reposición de aceras											23.301,76 €	7.767,25 €	
Formación pradera												6.740,50 €	
VARIOS													
Instalación escalera, puerta y ventanas caseta									2.476,36 €	2.476,36 €			21.609,12 €
Instalación de electricidad											9.074,40 €		
Vallado depósito											3.791,01 €	3.791,01 €	
GESTIÓN DE RESIDUOS													
	10.303,49 €	10.303,49 €	10.303,49 €	10.303,49 €	5.151,74 €	5.151,74 €	5.151,74 €	5.151,74 €	5.151,74 €	5.151,74 €	5.151,74 €	5.151,74 €	82.427,92 €
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD													
	3.018,78 €	3.018,78 €	3.018,78 €	3.018,78 €	3.018,78 €	3.018,78 €	3.018,78 €	3.018,78 €	3.018,78 €	3.018,78 €	3.018,78 €	3.018,78 €	36.225,39 €
TOTAL MENSUAL	29.371,50 €	38.169,34 €	117.140,73 €	251.763,27 €	445.592,78 €	324.964,38 €	212.385,38 €	130.188,94 €	282.563,38 €	131.710,55 €	63.067,87 €	60.680,94 €	2.087.599,05 €
TOTAL ACUMULADO	29.371,50 €	67.540,84 €	184.681,56 €	436.444,83 €	882.037,61 €	1.207.001,99 €	1.419.387,37 €	1.549.576,31 €	1.832.139,69 €	1.963.850,24 €	2.026.918,11 €	2.087.599,05 €	
% TOTAL	1,41%	1,83%	5,61%	12,06%	21,34%	15,57%	10,17%	6,24%	13,54%	6,31%	3,02%	2,91%	100,00%
% ACUMULADO	1,41%	3,24%	8,85%	20,91%	42,25%	57,82%	67,99%	74,23%	87,76%	94,07%	97,09%	100,00%	







ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 19:**  
**JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS**

**ANEJO Nº19**  
**JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS**

JOSÉ PAJARRÓN PUGA



## ÍNDICE

<b>1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Bases de precios .....</b>	<b>1</b>
<b>3. Costes indirectos .....</b>	<b>1</b>
<b>4. Costes directos .....</b>	<b>1</b>
<b>5. Materiales .....</b>	<b>2</b>
<b>6. Maquinaria .....</b>	<b>2</b>

### **Apéndice I**

CUADRO DE MANO DE OBRA

### **Apéndice II**

CUADRO DE MATERIALES

### **Apéndice III**

CUADRO DE MAQUINARIA

### **Apéndice IV**

CUADRO DE PRECIOS AUXILIARES

### **Apéndice V**

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS



## 1. INTRODUCCIÓN

Con objeto de dar cumplimiento la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se traspone al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y de Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE de 26 de Febrero de 2014, se redacta el presente anejo donde se justifica el importe de los precios unitarios que figuran en los Cuadros de Precios del Documento Nº 4: Presupuesto.

## 2. BASES DE PRECIOS

Para la obtención de los precios se siguió el prescrito en el artículo 130 del Real Decreto 1098/2001 del 12 de Octubre, por lo que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

## 3. COSTES INDIRECTOS

La determinación de los costes indirectos se efectúa según lo prescrito en el Artículo 130 del Real Decreto 1098/2001, de 12 de Octubre por lo que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

$$K = K1 + K2$$

Donde:

K1: se obtiene como porcentaje de los costes indirectos respecto a los directos.

K2: relativo a imprevisto, se fija en el 1% de acuerdo al Real Decreto 1098/2001, por tratarse de una obra terrestre.

Por tratarse de una obra terrestre y de acuerdo con la experiencia en obras similares, se adopta K1=0,05=5%, con lo que resulta: K1 + K2 = 6%.

## 4. COSTES DIRECTOS

Los costes directos se componen de mano de obra, maquinaria y materiales.

### 4.1. Mano de obra

El coste de mano de obra, se obtiene mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$C = 1,4 \cdot (A + B)$$

Donde:

C: coste para la empresa (€/hora)

A: retribución total del trabajador que tiene carácter salarial exclusivamente (€/hora)

B: Retribución del trabajador de carácter no salarial (€/hora)

Las retribuciones a percibir por los trabajadores, establecidas en el Convenio Colectivo, son las que figuran en la siguiente tabla.

Tabla 1. Retribuciones a percibir por los trabajadores según Convenio Colectivo de la provincia de A Coruña.

NIVELES	CATEGORIAS	SALARIO		PLUS (por día efectivo de trabajo )		Gratificaciones		Vacaciones	TOTAL ANUAL ESTIMADO	Valor hora extra
		DIA	MES	Asistencia	Distancia y transporte	Julio	Navidad			
II	Titulado Superior	61,78	1.853,40	8,06	7,87	2.500,69	2.500,69	2.500,69	31.744,53	21,20
III	Titulado Medio, Jefe Admo. 1.ª, Jefe Secc.Org.1.ª	49,23	1.476,90	8,06	6,40	2.025,69	2.025,69	2.025,69	25.822,29	17,29
IV	Jefe de personal, Ayte de obra, Encargado Gral. De fábrica, Encargado General	47,07	1.412,10	8,06	6,16	1.943,68	1.943,68	1.943,68	24.805,38	16,67
V	Jefe Administrativo de 2.ª, Delineante Superior, Encargado General de Obra, Jefes de Sección de Organización Científica del Trabajo de 2.ª, Jefes de Compras	42,87	1.286,10	8,06	5,62	1.785,33	1.785,33	1.785,33	22.813,65	15,42
VI	Ofic. Admvo. de 1.ª, Delineante de 1.ª, Jefe o Encargado de Taller, Encargado de Sección de laboratorio, Escultor de Piedra y Mármol, Practico de Topografía de 1.ª, Técnico de Organización, ENCARGADO DE OBRA	36,56	1.096,80	8,06	4,93	1.546,54	1.546,54	1.546,54	19.848,00	13,50
VII	Delineante de 2.ª, Técnico de Organización de 2.ª, Practico de Topografía de 2.ª, Analista de 1.ª, Viajante, Especialista de oficio, CAPATAZ	32,49	974,70	8,06	4,90	1.408,76	1.408,76	1.408,76	17.922,75	12,35
VIII	Oficial Admvo.2.ª, Corredor de plaza, Inspector de Control, Señalización y Servicios, Analista de 2.ª, OFICIAL DE 1.ª DE OFICIO	31,81	954,30	8,06	4,82	1.378,72	1.378,72	1.378,72	17.587,47	12,18
IX	Auxiliar Admvo, Ayte. Topografía, Aux. Organiz. Vendedor, Conserje, OFICIAL DE 2.ª DE OFICIO	31,10	933,00	8,06	4,71	1.352,76	1.352,76	1.352,76	17.247,87	12,00
X	Auxiliar de Laboratorio, Vigilante, Almacenero, Enfermero, Cobrador, Guarda Jurado, Especialista de 1.ª, AYUDANTE DE OFICIO	30,14		8,06	4,59	1.309,53	1.309,53	1.309,53	16.770,54	11,73
XI	Especialista de 2.ª, PEON ESPECIAL	29,94		8,06	4,57	1.302,69	1.302,69	1.302,69	16.678,68	11,73
XII	Limpiador/a, PEÓN ORDINARIO	29,30		8,06	4,46	1.278,96	1.278,96	1.278,96	16.369,22	11,34

El nº de horas trabajadas se determina a partir del calendario laboral del año 2019, en cual se establecen 217 días de trabajo y un total de 1.736 horas efectivas.

Se establece también en el Convenio los siguientes precios unitarios de carácter no salarial:

- Desgaste de herramientas: 0,66 €/día
- Locomoción: 0,19 €/km
- Dieta completa: 26,94 €/día
- Dieta media: 10,54 €/día





#### **4.2. Materiales**

El estudio de los costes correspondientes a los materiales se realizó a partir de la información contenida en diferentes Bases de Precios de la Construcción actualizadas.

#### **4.3. Maquinaria**

De la misma forma que en el caso de los materiales, el cálculo de los costes correspondientes a la maquinaria se realizó a partir de la información disponible en diferentes Bases de Precios de la Construcción actualizadas.



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 19:**  
**JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS**

## **APÉNDICE I**

### **CUADRO DE MANO DE OBRA**

JOSÉ PAJARRÓN PUGA



Cuadro de mano de obra				
Nº	Designación	Importe		
		Precio	Cantidad	Total
		(Euros)	(Horas)	(Euros)
1	Capataz	12,27	311,908	3.787,30
2	Oficial primera	12,09	4.910,839	59.396,71
3	Ayudante	11,77	1.409,295	16.594,53
4	Peón especializado	11,64	316,308	3.695,72
5	Peón ordinario	11,51	5.175,143	59.570,35
6	Oficial 1ª Cerrajero	14,19	2,950	41,89
7	Ayudante-Cerrajero	13,57	1,475	20,05
8	Oficial 1ª Encofrador	13,76	5.234,657	72.007,37
9	Ayudante- Encofrador	13,27	5.234,657	69.431,88
10	Oficial 1ª Ferrallista	14,19	3.412,983	49.298,64
11	Ayudante- Ferrallista	13,57	3.412,983	45.506,43
12	Oficial 1ª Jardinero	12,93	93,330	1.202,92
13	Peón	10,74	165,920	1.783,64
14	Oficial 1ª Electricista	14,32	2,000	28,64
15	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	14,40	445,490	6.412,14
16	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	14,20	54,350	771,77
Importe total:				389.549,98



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 19:**  
**JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS**

## **APÉNDICE II**

### **CUADRO DE MATERIALES**



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

JOSÉ PAJARRÓN PUGA





Cuadro de materiales				
Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
1	Vibrador hormigón gasolina 75 mm	2,19	1.193,626 h.	2.616,80
2	Tierra	3,25	622,200 m3	2.032,52
3	Arena de río 0/5 mm.	12,28	864,242 m3	10.603,06
4	Zahorra natural ZN-40/ZN-25/ZN-20, IP<6	2,75	405,240 t.	1.114,41
5	Arena	4,56	1.407,600 m3	6.413,76
6	Zahorra nat. ZN(40)/ZN(20), IP=0	4,85	616,704 t.	2.991,01
7	Grava 40/80 mm.	10,81	33,480 m3	362,70
8	Grava 8/15 mm.	2,42	1.304,687 m3	3.153,94
9	Cemento CEM II/B-M 32,5 R sacos*	97,83	0,332 t.	32,44
10	Cemento CEM II/B-P 32,5 N granel	105,53	8,578 t.	905,19
11	Aditivo desencofrante	1,29	2.123,785 kg	2.761,77
12	Desencofrante alta calidad	2,01	432,765 l.	865,53
13	Agua	0,82	8,640 m3	7,10
14	Pequeño material	0,76	3.723,475 ud	2.829,84
15	Madera pino encofrar 26 mm.	199,38	32,743 m3	6.530,45
16	Hormigón HM-20/P/40/I central	53,83	65,000 m3	3.498,95
17	Hormigón HM-20/P/20/I central	51,54	399,150 m3	20.571,93
18	Hormigón HM-25/P/20/I central	53,55	138,150 m3	7.395,63
19	Hormigón HA-25/P/40/I central	53,68	47,500 m3	2.549,80
20	Hormigón HA-25/B/20/IIIa central	58,77	53,500 m3	3.144,20
21	Hormigón HA-30/B/20/IV central	64,11	3.034,190 m3	194.521,92
22	Hormigón HA-25/P/40/IIIa central	54,94	26,246 m3	1.441,86
23	Hormigón HA-30/B/20/IV central	58,04	2.221,252 m3	128.913,39
24	Horm.elem. no resist. HM-5/P/40 central	33,46	5,580 m3	186,00
25	Ladrillo perfora. toscó 25x12x7	0,10	5,940 ud	0,60
26	Mortero cem. gris II/B-M 32,5 M-7,5/CEM	61,23	1,210 m3	74,10
27	Mortero cem. gris II/B-M 32,5 M-5/CEM	58,55	1,185 m3	69,40
28	Emulsión asfáltica ECR-2	324,41	1,992 t.	647,40
29	Emulsión asfáltica ERP riego p.	0,18	1,494 kg.	0,00

Cuadro de materiales				
Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
30	Árido A 3/6 tratamientos superf.	7,20	5,478 t.	39,84
31	Árido A 6/12 tratamientos superf.	7,00	6,474 t.	44,82
32	Árido A 12/18 tratamientos superf.	6,42	9,960 t.	64,74
33	Puntas 17x70	1,11	342,080 kg	379,71
34	Puntas 20x100	1,11	437,057 kg	455,21
35	Tornillo+tuerca ac.galvan.D=20 L=160 mm	1,36	456,000 ud	620,16
36	Cerco/tapa FD/40 junta insonoriz.D=60	59,07	5,000 ud	295,35
37	Pates PP 30x25	7,01	60,000 ud	420,60
38	Tubo drenaje PVC p.estruc.D=125	3,96	186,000 m.	736,56
39	Lubricante tubos PVC j.elástica	6,22	23,704 kg	151,32
40	Alambre atar 1,30 mm.	1,30	2.185,310 kg	4.178,94
41	Acero corrugado B 500 S/SD	0,67	409.557,913 kg	273.038,61
42	ME 15x30 A Ø 5-5 B500T 6x2.2 (1,564 kg/m2)	1,48	7,695 m2	11,40
43	Fieltro geotextil FP-130g/m2	0,63	314,340 m2	197,16
44	LÁm.PE. armd.FV e=1 mm.	7,20	3.276,658 m2	23.591,94
45	Lám.PVC.arm FP 1,2mm. GA	11,24	3.351,128 m2	37.681,57
46	Mortero imperm.monocomponente	0,60	108.332,400 kg	64.999,44
47	Thf	11,17	178,727 kg	1.995,78
48	Taco fijación	0,11	14.893,900 ud	1.638,33
49	P,balcon.abat.1 hoja 80x210cm.	168,54	1,000 ud	168,54
50	Ventana fija 1 hoja 40x200cm.	89,00	13,000 ud	1.157,00
51	Premarco aluminio	2,49	52,600 m.	130,92
52	Alamb.esc.galv.tipo-A 150/50/5	9,82	367,880 m2	3.612,58
53	Tubo acero 60x40x1,5 mm.	2,02	91,970 m.	187,62
54	Tubo acero 25x25x1,5 mm.	0,74	1.103,640 m.	816,69
55	Tubo cobre rígido 26/28 mm.	4,01	1,000 m.	4,01
56	Calderín metálico. cilín. 1.000 l.	1.108,07	1,000 ud	1.108,07
57	Gárgola al. lacada diám. 5 cm	8,78	1,200 m.	10,54
58	Abrazadera bajante chapa lacada	1,33	1,200 ud	1,60



Cuadro de materiales				
Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
59	Grupo presión 270m3/h. alt.10-20 m.	4.000,00	2,000 ud	8.000,00
60	Grupo presión 65m3/h. alt.100-115m.	4.100,00	2,000 ud	8.200,00
61	Válvula esfera latón niqu.	9,91	4,000 ud	39,64
62	Válvula esfera latón niquelad.	15,25	4,000 ud	61,00
63	Válvula esfera latón roscar 1"	15,82	2,000 ud	31,64
64	Válv.retención latón roscar 1"	3,47	1,000 ud	3,47
65	Válv.retención latón rosc.	7,47	2,000 ud	14,94
66	Válv.retención latón roscar	10,71	2,000 ud	21,42
67	Racor latón roscar 1"	3,18	1,000 ud	3,18
68	Baldosa cemen.reliev.40x40x3,5cm	10,37	921,000 m2	9.550,77
69	Junta dilatación/m2 pavim.piezas	0,18	921,000 ud	165,78
70	Tub.fund.dúctil j.elást i/junta DN=100mm.	21,31	5,000 m.	106,55
71	Tub.fund.dúctil j.elást i/junta DN=250mm.	54,10	2.187,400 m.	118.338,34
72	Tub.fund.dúctil j.elást i/junta DN=300mm.	69,86	736,000 m.	51.416,96
73	Tub.fund.dúctil j.elást i/junta DN=500mm.	101,00	398,000 m.	40.198,00
74	Unión brida-enchufe fund.dúctil D=250mm	166,40	4,000 ud	665,60
75	Unión brida-enchufe fund.dúctil D=300mm	228,92	9,000 ud	2.060,28
76	Unión brida-enchufe fund.dúctil D=500mm	353,05	2,000 ud	706,10
77	Unión brida-liso fund.dúctil D=250mm	113,09	4,000 ud	452,36
78	Unión brida-liso fund.dúctil D=300mm	136,65	9,000 ud	1.229,85
79	Unión brida-liso fund.dúctil D=500mm	238,60	2,000 ud	477,20
80	Unión tubo-brida quick fund.dúctil D=100	41,81	1,000 ud	41,81
81	Collarín toma poliprop.D=40 mm.	1,93	1,000 ud	1,93
82	Codo FD j.elástica 1/4 D=100mm	104,21	2,000 ud	208,42
83	Codo FD j.elástica 1/4 D=250mm	165,17	10,000 ud	1.651,70

Cuadro de materiales				
Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
84	Codo FD j.elástica 1/4 D=300mm	415,20	4,000 ud	1.660,80
85	Codo FD j.elástica 1/4 D=500mm	760,83	1,000 ud	760,83
86	Te FD j.elást. sal.elást D=500/100-500mm	699,92	1,000 ud	699,92
87	Te FD j.elást. sal.embr. D=300/80-300mm	437,04	2,000 ud	874,08
88	Goma plana D=100 mm.	1,68	1,000 ud	1,68
89	Goma plana D=250 mm.	4,15	8,000 ud	33,20
90	Goma plana D=300 mm.	4,66	18,000 ud	83,88
91	Goma plana D=500 mm.	7,73	4,000 ud	30,92
92	Válv. corte.antir.motorizable.c/el s.D=250mm	645,44	9,000 ud	5.808,96
93	Válv. marip.motorizable D=250 mm PN16	1.841,68	4,000 ud	7.366,72
94	Válv. marip.motorizable D=500 mm PN16	3.601,23	2,000 ud	7.202,46
95	Reducción fundic.D=300/150-250mm	11.264,15	1,000 ud	11.264,15
96	Red.FD j.elást i/junta D=250/60-80mm	81,72	6,000 ud	490,32
97	Ventosa/purgador autom.D=65 mm.	560,80	2,000 ud	1.121,60
98	Ventosa/purgador autom.D=80 mm	780,58	8,000 ud	6.244,64
99	Rgtro.fundic.calzada tráfico medio	123,90	5,000 ud	619,50
100	Abono mineral NPK 15-15-15	0,28	103,700 kg	20,74
101	Mezcla sem. pratenses 3 varied.	5,58	82,960 kg	456,28
102	Geomembrana imperme. 280 g/m2	7,15	4.280,650 m2	30.626,11
103	Cinta balizamiento bicolor 8 cm.	0,04	3.915,395 m.	142,38
Importe total:				1.143.130,86



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 19:**  
**JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS**

## **APÉNDICE III**

### **CUADRO DE MAQUINARIA**



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

JOSÉ PAJARRÓN PUGA



Cuadro de maquinaria				
Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad	Total (Euros)
1	Autob.hormig.<40m3, pluma<32m	191,49	16,625 h.	3.182,03
2	Grúa telescópica autoprop. 25 t.	93,87	1.616,495 h.	151.750,63
3	Hormigonera 200 l. gasolina	2,08	12,229 h.	25,37
4	Excav.hidr.cadenas 310 CV	79,80	261,353 h.	20.908,20
5	Excav.hidr.neumáticos 84 CV	40,10	310,200 h.	12.438,31
6	Excav.hidr.neumáticos 100 CV	42,87	185,737 h.	7.953,50
7	Retroexcav.d/c martillo rompedor	60,66	3,586 h.	219,62
8	Pala carg.cadenas 130 CV/1,8m3	45,19	9,806 h.	441,29
9	Pala carg.neumát. 85 CV/1,2m3	36,34	184,648 h.	6.719,78
10	Retrocargadora neum. 75 CV	34,76	34,350 h.	1.194,03
11	Compres.port.diesel m.p.2m3/min	3,51	82,890 h.	290,12
12	Compres.port.diesel m.p.5m3/min	2,84	49,875 h.	142,98
13	Mart.manual picador neum.9kg	0,48	82,890 h.	41,45
14	Camión basculante 4x4 14 t.	33,02	293,398 h.	9.700,56
15	Camión c/grua 12 t.	86,92	111,440 h.	9.687,32
16	Canon de escombros a vertedero	0,30	67,230 m3	22,41
17	Canon de tierras a vertedero	0,28	424,546 m3	127,36
18	km transporte zahorra	0,10	12.334,080 t.	1.233,41
19	km transporte hormigón	0,18	10.174,500 t.	1.832,08
20	Cisterna agua s/camión 10.000 l.	25,95	62,682 h.	1.629,74
21	Cam.cist.bitum.c/rampa 10.000 l.	47,97	1,992 h.	94,62
22	Extend.grav.acoplada y remolcada	4,35	1,992 h.	9,96
23	Motoniveladora de 200 CV	52,51	33,770 h.	1.772,95
24	Rodillo v.dúplex 55cm 800 kg.man	5,08	427,134 h.	2.171,26
25	Rodillo vibr.autopr.mixto 15 t.	29,56	9,290 h.	274,07
26	Rodillo v.autop.tándem 7,5 t.	34,76	48,960 h.	1.701,36
27	Rodillo v.autop.tándem 10 t.	35,11	1,494 h.	54,78
28	Compact.asfált.neum.aut. 6/15t.	41,72	1,992 h.	84,66
29	Sembradora siembra directa	51,98	16,592 h.	871,08

Cuadro de maquinaria				
Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad	Total (Euros)
30	Aguja neumática s/compresor D=80mm.	1,11	49,875 h.	56,53
31	Andamio metálico en cimbras	5,80	9.975,000 m3	57.855,00
32	Puntal telescópico 3m., 1,5 t.	12,79	18,100 ud	235,30
33	Encof.panel metal.5/10 m2. 50 p.	0,49	15.558,010 m2	7.623,43
34	Fleje para encofrado metálico	0,18	34,208 m.	6,84
35	Enco. met. cono pozo (110/60-60)	367,28	0,250 ud	91,80
36	Encof. met. anillo pozo D=100 cm	573,87	0,400 m.	229,55
37	Tablero encofrar 22 mm. 4 p.	2,17	1.900,500 m2	4.126,80
38	Barredora autopropulsada de 20CV	47,42	1,494 h.	69,72
Importe total:				306.869,90





ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 19:**  
**JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS**

## **APÉNDICE IV**

### **CUADRO DE PRECIOS AUXILIARES**



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

JOSÉ PAJARRÓN PUGA



Cuadro de precios auxiliares					
Nº	Designación				Importe (Euros)
1	m3 de LECHADA CEM.1/3 CEM II/B-M 32,5R				
	Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
	O01A070	h.	Peón ordinario	11,51	2,000
	P01CC020	t.	Cemento CEM II/B-M 32,5 R sacos*	97,83	0,360
	P01DW010	m3	Agua	0,82	0,900
				Importe:	58,98
2	m3 de MORTERO CEMENTO M-10				
	Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
	O01A070	h.	Peón ordinario	11,51	1,700
	P01CC270	t.	Cemento CEM II/B-P 32,5 N granel	105,53	0,380
	P01AA030	m3	Arena de río 0/5 mm.	12,28	1,000
	P01DW010	m3	Agua	0,82	0,260
	M03HH030	h.	Hormigonera 200 l. gasolina	2,08	0,400
				Importe:	72,99
3	m3 de MORTERO CEMENTO M-5				
	Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
	O01A070	h.	Peón ordinario	11,51	1,700
	P01CC270	t.	Cemento CEM II/B-P 32,5 N granel	105,53	0,270
	P01AA030	m3	Arena de río 0/5 mm.	12,28	1,090
	P01DW010	m3	Agua	0,82	0,255
	M03HH030	h.	Hormigonera 200 l. gasolina	2,08	0,400
				Importe:	62,49
4	m2 de Encofrado y desencofrado con madera suelta en zapatas, zanjas, vigas y encepados, considerando 4 posturas, incluyendo la aplicación de aditivo desencofrante. Según EHE-08 y DB-SE-C.				
	Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
	O01BE010	h.	Oficial 1ª Encofrador	13,76	0,300
	O01BE020	h.	Ayudante- Encofrador	13,27	0,300
	P01ES130	m3	Madera pino encofrar 26 mm.	199,38	0,027
	P03AA020	kg	Alambre atar 1,30 mm.	1,30	0,100
	P01UC030	kg	Puntas 20x100	1,11	0,050
	P01DC010	kg	Aditivo desencofrante	1,29	0,200
				Importe:	13,94

Cuadro de precios auxiliares					
Nº	Designación				Importe (Euros)
5	h. de Cuadrilla A				
	Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
	O01A030	h.	Oficial primera	12,09	1,000
	O01A050	h.	Ayudante	11,77	1,000
	O01A070	h.	Peón ordinario	11,51	0,500
				Importe:	29,62
6	h. de Cuadrilla E				
	Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
	O01A030	h.	Oficial primera	12,09	1,000
	O01A070	h.	Peón ordinario	11,51	1,000
				Importe:	23,60



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 19:**  
**JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS**

## **APÉNDICE IV**

### **CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS**



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

JOSÉ PAJARRÓN PUGA



Cuadro de precios descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
<b>1 TRAB. PREVIOS Y MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
1.1	U02CAB010	m2	<b>DESBROCE DE TERRENO DESARBOLADO</b> Desbroce y limpieza superficial de terreno desarbolado por medios mecánicos hasta una profundidad de 10 cm., con carga sobre camión de los productos resultantes, inc. retirada de material sobrante a vertedero autorizado.		
	O01A020	0,006 h.	Capataz	12,27	0,07
	M05PC020	0,006 h.	Pala carg.cadenas 130 CV/1,8m3	45,19	0,27
		6,000 %	Costes indirectos	0,34	0,02
			<b>Precio total por m2 .</b>		<b>0,36</b>
1.2	U01CRL020	m2	<b>DEMOL. Y LEVANT. PAVIMENTO MBC</b> Demolición y levantado de pavimento de M.B.C. de 10/20 cm. de espesor, incluso carga en camión o contenedor sin incluir transporte del material a vertedero autorizado.		
	O01A020	0,004 h.	Capataz	12,27	0,05
	O01A070	0,008 h.	Peón ordinario	11,51	0,09
	M05EN050	0,008 h.	Retroexcavac.c/martillo rompedor	60,66	0,49
	M05PN010	0,004 h.	Pala carg.neumát. 85 CV/1,2m3	36,34	0,15
	M07CB020	0,008 h.	Camión basculante 4x4 14 t.	33,02	0,26
	M07N060	0,150 m3	Canon de escombros a vertedero	0,30	0,05
		6,000 %	Costes indirectos	1,09	0,07
			<b>Precio total por m2 .</b>		<b>1,16</b>
1.3	U01CRL030	m2	<b>LEVANTADO COMPRESOR ACERA</b> Levantado c/compresor de solado de aceras de cemento continuo, loseta hidráulica o terrazo, incluso carga en camión o contenedor sin incluir transporte del material a vertedero autorizado.		
	O01A070	0,150 h.	Peón ordinario	11,51	1,73
	M06CM010	0,100 h.	Compres.port.diesel m.p.2m3/min	3,51	0,35
	M06MI110	0,100 h.	Mart.manual picador neum.9kg	0,48	0,05
		6,000 %	Costes indirectos	2,13	0,13
			<b>Precio total por m2 .</b>		<b>2,26</b>
1.4	U02CAD010	m3	<b>DESMONTE TIERRA A CIELO ABIERTO</b> Desmonte en tierra a cielo abierto con medios mecánicos, incluso perfilado y carga sobre camión de los productos resultantes de la excavación sin incluir transporte del material a vertedero autorizado.		
	O01A020	0,010 h.	Capataz	12,27	0,12
	M05EC040	0,015 h.	Excav.hidr.cadenas 310 CV	79,80	1,20
	M07CB020	0,010 h.	Camión basculante 4x4 14 t.	33,02	0,33
		6,000 %	Costes indirectos	1,65	0,10
			<b>Precio total por m3 .</b>		<b>1,75</b>

Cuadro de precios descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
1.5	U02CZE010	m3	<b>EXC. ZANJA Y/O POZO EN TIERRA</b> Excavación en zanja y/o pozos en tierra, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero autorizado o lugar de empleo.		
	O01A020	0,025 h.	Capataz	12,27	0,31
	M05EN030	0,025 h.	Excav.hidr.neumáticos 100 CV	42,87	1,07
	M07CB020	0,025 h.	Camión basculante 4x4 14 t.	33,02	0,83
	M07N070	0,100 m3	Canon de tierras a vertedero	0,28	0,03
	M05PN010	0,018 h.	Pala carg.neumát. 85 CV/1,2m3	36,34	0,65
		6,000 %	Costes indirectos	2,89	0,17
			<b>Precio total por m3 .</b>		<b>3,06</b>





Cuadro de precios descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
<b>2 FILTRO Y TANQUE DE CLORACIÓN</b>					
2.1	U03CEF010	m2	<b>ENCOF.MET.EN ZAP.ZAN.VIG.CIMENT</b> Encofrado y desencofrado metálico en zapatas, zanjás y vigas, hasta 50 posturas .		
	O01BE010	0,190 h.	Oficial 1ª Encofrador	13,76	2,61
	O01BE020	0,190 h.	Ayudante- Encofrador	13,27	2,52
	M12EF020	1,000 m2	Encof.panel metal.5/10 m2. 50 p.	0,49	0,49
	P01DC010	0,075 kg	Aditivo desencofrante	1,29	0,10
	M12EF040	0,100 m.	Fleje para encofrado metálico	0,18	0,02
	P03AA020	0,050 kg	Alambre atar 1,30 mm.	1,30	0,07
	P01UC020	1,000 kg	Puntas 17x70	1,11	1,11
		6,000 %	Costes indirectos	6,92	0,42
			<b>Precio total por m2 .</b>		<b>7,34</b>
2.2	U03CHC090	m3	<b>HORMIGÓN HM-20 DE LIMPIEZA</b> Hormigón HM-20 para hormigón de limpieza en cimentación, incluso preparación de la superficie de asiento, vibrado, regleado y curado, terminado.		
	O01A020	0,040 h.	Capataz	12,27	0,49
	O01A030	0,100 h.	Oficial primera	12,09	1,21
	O01A070	0,150 h.	Peón ordinario	11,51	1,73
	M10HV100	0,150 h.	Aguja neumática s/compresor D=80mm.	1,11	0,17
	M06CM030	0,150 h.	Compres.port.diesel m.p.5m3/min	2,84	0,43
	M01HA010	0,050 h.	Autob.hormig.<40m3, pluma<32m	191,49	9,57
	P01HC003	1,020 m3	Hormigón HM-20/P/20/I central	51,54	52,57
	M07W110	30,600 t.	km transporte hormigón	0,18	5,51
		6,000 %	Costes indirectos	71,68	4,30
			<b>Precio total por m3 .</b>		<b>75,98</b>

Cuadro de precios descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
2.3	U03CHC060	m3	<b>HORM. HA-30/B/20/IV CIM. V. GRÚA</b> Hormigón para armar HA-30/B/20/IV, de 30 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 20 mm. y ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjás de cimentación, incluso encamillado de pilares y muros, vertido con grúa, vibrado, curado y colocado. Según EHE-08 y DB-SE-C.		
	O01BE010	0,150 h.	Oficial 1ª Encofrador	13,76	2,06
	O01BE020	0,150 h.	Ayudante- Encofrador	13,27	1,99
	M02GE020	0,200 h.	Grúa telescópica autoprop. 25 t.	93,87	18,77
	M10HV220	0,260 h.	Vibrador hormigón gasolina 75 mm	2,19	0,57
	P01HC090	1,100 m3	Hormigón HA-30/B/20/IV central	58,04	63,84
		6,000 %	Costes indirectos	87,23	5,23
			<b>Precio total por m3 .</b>		<b>92,46</b>
2.4	U03CEF030	m2	<b>ENCOF. METÁLICO EN MUROS 1 C</b> Encofrado y desencofrado en muros a una cara vista, con paneles metálicos modulares hasta 6 m. de altura, hasta 50 posturas.		
	O01BE010	0,120 h.	Oficial 1ª Encofrador	13,76	1,65
	O01BE020	0,120 h.	Ayudante- Encofrador	13,27	1,59
	M12EF020	1,000 m2	Encof.panel metal.5/10 m2. 50 p.	0,49	0,49
	P01DC020	0,350 l.	Desencofrante alta calidad	2,01	0,70
	P01UC030	0,010 kg	Puntas 20x100	1,11	0,01
	M02GE020	0,050 h.	Grúa telescópica autoprop. 25 t.	93,87	4,69
		6,000 %	Costes indirectos	9,13	0,55
			<b>Precio total por m2 .</b>		<b>9,68</b>
2.5	U03CEF040	m2	<b>ENCOF. METÁLICO EN MUROS 2 C</b> Encofrado y desencofrado a dos caras, en muros con paneles metálicos modulares hasta 6 m. de altura, hasta 50 posturas.		
	O01BE010	0,250 h.	Oficial 1ª Encofrador	13,76	3,44
	O01BE020	0,250 h.	Ayudante- Encofrador	13,27	3,32
	M12EF020	2,000 m2	Encof.panel metal.5/10 m2. 50 p.	0,49	0,98
	P01DC010	0,300 kg	Aditivo desencofrante	1,29	0,39
	P01UC030	0,040 kg	Puntas 20x100	1,11	0,04
	M02GE020	0,080 h.	Grúa telescópica autoprop. 25 t.	93,87	7,51
		6,000 %	Costes indirectos	15,68	0,94
			<b>Precio total por m2 .</b>		<b>16,62</b>



Cuadro de precios descompuestos					
Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
2.6	U03CHP020	m3	<b>HORM. HA-30/B/20/IV PILAR-MURO V. GRÚA</b> Hormigón para armar HA-30/B/20/IV, de 30 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 20 mm. y ambiente humedad alta, elaborado en central, en pilares y muros, incluso vertido con grúa, vibrado, curado y colocado, Según EHE-08 y DB-SE-C.		
	O01BE010	0,255 h.	Oficial 1ª Encofrador	13,76	3,51
	O01BE020	0,255 h.	Ayudante- Encofrador	13,27	3,38
	P01HC077	1,000 m3	Hormigón HA-30/B/20/IV central	64,11	64,11
	M10HV220	0,260 h.	Vibrador hormigón gasolina 75 mm	2,19	0,57
	M02GE020	0,170 h.	Grúa telescópica autoprop. 25 t.	93,87	15,96
		6,000 %	Costes indirectos	87,53	5,25
			<b>Precio total por m3 .</b>		<b>92,78</b>
2.7	U03CA020	kg	<b>ACERO CORRUGADO B 500 S</b> Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE.		
	O01BF030	0,009 h.	Oficial 1ª Ferrallista	14,19	0,13
	O01BF040	0,009 h.	Ayudante- Ferrallista	13,57	0,12
	P03AC200	1,080 kg	Acero corrugado B 500 S/SD	0,67	0,72
	P03AA020	0,005 kg	Alambre atar 1,30 mm.	1,30	0,01
		6,000 %	Costes indirectos	0,98	0,06
			<b>Precio total por kg .</b>		<b>1,04</b>

Cuadro de precios descompuestos					
Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
			<b>3 DEPÓSITO Y CASETA DE BOMBEO</b>		
3.1	U03CEF010	m2	<b>ENCOF.MET.EN ZAP.ZAN.VIG.CIMENT</b> Encofrado y desencofrado metálico en zapatas, zanjás y vigas, hasta 50 posturas .		
	O01BE010	0,190 h.	Oficial 1ª Encofrador	13,76	2,61
	O01BE020	0,190 h.	Ayudante- Encofrador	13,27	2,52
	M12EF020	1,000 m2	Encof.panel metal.5/10 m2. 50 p.	0,49	0,49
	P01DC010	0,075 kg	Aditivo desencofrante	1,29	0,10
	M12EF040	0,100 m.	Fleje para encofrado metálico	0,18	0,02
	P03AA020	0,050 kg	Alambre atar 1,30 mm.	1,30	0,07
	P01UC020	1,000 kg	Puntas 17x70	1,11	1,11
		6,000 %	Costes indirectos	6,92	0,42
			<b>Precio total por m2 .</b>		<b>7,34</b>
3.2	U03CHC090	m3	<b>HORMIGÓN HM-20 DE LIMPIEZA</b> Hormigón HM-20 para hormigón de limpieza en cimentación, incluso preparación de la superficie de asiento, vibrado, regleado y curado, terminado.		
	O01A020	0,040 h.	Capataz	12,27	0,49
	O01A030	0,100 h.	Oficial primera	12,09	1,21
	O01A070	0,150 h.	Peón ordinario	11,51	1,73
	M10HV100	0,150 h.	Aguja neumática s/compresor D=80mm.	1,11	0,17
	M06CM030	0,150 h.	Compres.port.diesel m.p.5m3/min	2,84	0,43
	M01HA010	0,050 h.	Autob.hormig.<40m3, pluma<32m	191,49	9,57
	P01HC003	1,020 m3	Hormigón HM-20/P/20/I central	51,54	52,57
	M07W110	30,600 t.	km transporte hormigón	0,18	5,51
		6,000 %	Costes indirectos	71,68	4,30
			<b>Precio total por m3 .</b>		<b>75,98</b>



Cuadro de precios descompuestos					
Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
3.3	U03CHC060	m3	<b>HORM. HA-30/B/20/IV CIM. V. GRÚA</b> Hormigón para armar HA-30/B/20/IV, de 30 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 20 mm. y ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso encamillado de pilares y muros, vertido con grúa, vibrado, curado y colocado. Según EHE-08 y DB-SE-C.		
	O01BE010	0,150 h.	Oficial 1ª Encofrador	13,76	2,06
	O01BE020	0,150 h.	Ayudante- Encofrador	13,27	1,99
	M02GE020	0,200 h.	Grúa telescópica autoprop. 25 t.	93,87	18,77
	M10HV220	0,260 h.	Vibrador hormigón gasolina 75 mm	2,19	0,57
	P01HC090	1,100 m3	Hormigón HA-30/B/20/IV central	58,04	63,84
		6,000 %	Costes indirectos	87,23	5,23
			<b>Precio total por m3 .</b>		<b>92,46</b>
3.4	U03CHC050	m3	<b>HORM. HA-25/P/40/IIla CIM. V. GRÚA</b> Hormigón para armar HA-25/P/40/IIla, de 25 N/mm2., consistencia plástica, Tmáx. 40 mm. y ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso encamillado de pilares y muros, vertido con grúa, vibrado, curado y colocado. Según EHE-08 y DB-SE-C.		
	O01BE010	0,150 h.	Oficial 1ª Encofrador	13,76	2,06
	O01BE020	0,150 h.	Ayudante- Encofrador	13,27	1,99
	M02GE020	0,200 h.	Grúa telescópica autoprop. 25 t.	93,87	18,77
	M10HV220	0,260 h.	Vibrador hormigón gasolina 75 mm	2,19	0,57
	P01HC086	1,100 m3	Hormigón HA-25/P/40/IIla central	54,94	60,43
		6,000 %	Costes indirectos	83,82	5,03
			<b>Precio total por m3 .</b>		<b>88,85</b>
3.5	U03CEF040	m2	<b>ENCOF. METÁLICO EN MUROS 2 C</b> Encofrado y desencofrado a dos caras, en muros con paneles metálicos modulares hasta 6 m. de altura, hasta 50 posturas.		
	O01BE010	0,250 h.	Oficial 1ª Encofrador	13,76	3,44
	O01BE020	0,250 h.	Ayudante- Encofrador	13,27	3,32
	M12EF020	2,000 m2	Encof.panel metal.5/10 m2. 50 p.	0,49	0,98
	P01DC010	0,300 kg	Aditivo desencofrante	1,29	0,39
	P01UC030	0,040 kg	Puntas 20x100	1,11	0,04
	M02GE020	0,080 h.	Grúa telescópica autoprop. 25 t.	93,87	7,51
		6,000 %	Costes indirectos	15,68	0,94
			<b>Precio total por m2 .</b>		<b>16,62</b>

Cuadro de precios descompuestos					
Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
3.6	U03CHP020	m3	<b>HORM. HA-30/B/20/IV PILAR-MURO V. GRÚA</b> Hormigón para armar HA-30/B/20/IV, de 30 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 20 mm. y ambiente humedad alta, elaborado en central, en pilares y muros, incluso vertido con grúa, vibrado, curado y colocado, Según EHE-08 y DB-SE-C.		
	O01BE010	0,255 h.	Oficial 1ª Encofrador	13,76	3,51
	O01BE020	0,255 h.	Ayudante- Encofrador	13,27	3,38
	P01HC077	1,000 m3	Hormigón HA-30/B/20/IV central	64,11	64,11
	M10HV220	0,260 h.	Vibrador hormigón gasolina 75 mm	2,19	0,57
	M02GE020	0,170 h.	Grúa telescópica autoprop. 25 t.	93,87	15,96
		6,000 %	Costes indirectos	87,53	5,25
			<b>Precio total por m3 .</b>		<b>92,78</b>
3.7	U03CHP010	m3	<b>HORM. HA-25//20/IIla PILAR-MURO V. GRÚA</b> Hormigón para armar HA-25/B/20/IIla, de25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 20 mm. y ambiente normal, elaborado en central, en pilares, incluso vertido con grúa, vibrado, curado y colocado, Según EHE-08 y DB-SE-C.		
	O01BE010	0,255 h.	Oficial 1ª Encofrador	13,76	3,51
	O01BE020	0,255 h.	Ayudante- Encofrador	13,27	3,38
	P01HC074	1,000 m3	Hormigón HA-25/B/20/IIla central	58,77	58,77
	M10HV220	0,260 h.	Vibrador hormigón gasolina 75 mm	2,19	0,57
	M02GE020	0,170 h.	Grúa telescópica autoprop. 25 t.	93,87	15,96
		6,000 %	Costes indirectos	82,19	4,93
			<b>Precio total por m3 .</b>		<b>87,12</b>
3.8	U03CEC010	m3	<b>CIMBRA METÁLICA</b> Cimbra metálica, totalmente lista para encofrar, incluso anclajes y nivelación.		
	O01BE010	0,200 h.	Oficial 1ª Encofrador	13,76	2,75
	O01BE020	0,200 h.	Ayudante- Encofrador	13,27	2,65
	M12AA240	1,000 m3	Andamio metálico en cimbras	5,80	5,80
	M02GE020	0,010 h.	Grúa telescópica autoprop. 25 t.	93,87	0,94
		6,000 %	Costes indirectos	12,14	0,73
			<b>Precio total por m3 .</b>		<b>12,87</b>



Cuadro de precios descompuestos				
Nº	Código	Ud	Descripción	Total
3.9	U03CEM060	m2	<b>ENCOFR. MADERA LOSAS 4 POST.</b> Encofrado y desencofrado de losa armada plana con tablero de madera de pino de 22 mm., confeccionado previamente, considerando 4 posturas.	
	O01BE010	0,140 h.	Oficial 1ª Encofrador	1,93
	O01BE020	0,140 h.	Ayudante- Encofrador	1,86
	M12EM030	1,050 m2	Tablero encofrar 22 mm. 4 p.	2,28
	P01ES130	0,018 m3	Madera pino encofrar 26 mm.	3,59
	P01UC030	0,080 kg	Puntas 20x100	0,09
	P03AA020	0,150 kg	Alambre atar 1,30 mm.	0,20
	M12CP080	0,010 ud	Puntal telescópico 3m., 1,5 t.	0,13
		6,000 %	Costes indirectos	0,60
			<b>Precio total por m2 .</b>	<b>10,68</b>
3.10	U03CHL020	m3	<b>HOR.HA-30/B/20/IV LOSA PLA.V.C/GRÚA</b> Hormigón para armar HA-30/B/20/IV, de 30 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx.20 mm. y ambiente humedad alta, elaborado en central, en losas planas, incluso vertido con grúa, vibrado, curado y colocado. Según EHE-08 y DB-SE-C.	
	O01BE010	0,125 h.	Oficial 1ª Encofrador	1,72
	O01BE020	0,125 h.	Ayudante- Encofrador	1,66
	P01HC077	1,000 m3	Hormigón HA-30/B/20/IV central	64,11
	M02GE020	0,100 h.	Grúa telescópica autoprop. 25 t.	9,39
		6,000 %	Costes indirectos	4,61
			<b>Precio total por m3 .</b>	<b>81,49</b>
3.11	U03CHL015	m3	<b>HOR.HA-25/B/20/IIIa LOSA PLA.V.C/GRÚA</b> Hormigón para armar HA-25/B/20/IIIa, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx.20 mm. y ambiente normal, elaborado en central, en losas planas, incluso vertido con grúa, vibrado, curado y colocado. Según EHE-08 y DB-SE-C.	
	O01BE010	0,125 h.	Oficial 1ª Encofrador	1,72
	O01BE020	0,125 h.	Ayudante- Encofrador	1,66
	P01HC074	1,000 m3	Hormigón HA-25/B/20/IIIa central	58,77
	M02GE020	0,100 h.	Grúa telescópica autoprop. 25 t.	9,39
		6,000 %	Costes indirectos	4,29
			<b>Precio total por m3 .</b>	<b>75,83</b>

Cuadro de precios descompuestos				
Nº	Código	Ud	Descripción	Total
3.12	U03CA020	kg	<b>ACERO CORRUGADO B 500 S</b> Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE.	
	O01BF030	0,009 h.	Oficial 1ª Ferrallista	0,13
	O01BF040	0,009 h.	Ayudante- Ferrallista	0,12
	P03AC200	1,080 kg	Acero corrugado B 500 S/SD	0,72
	P03AA020	0,005 kg	Alambre atar 1,30 mm.	0,01
		6,000 %	Costes indirectos	0,06
			<b>Precio total por kg .</b>	<b>1,04</b>





Cuadro de precios descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
<b>4 IMPERMEABILIZACIONES Y DRENAJES</b>					
4.1	E09INR060	m2	<b>IMP.MURO MORT.HIDROF.</b> Impermeabilización de muros al interior, con mortero hidrófugo monocomponente de base cementosa modificado con polímeros, mezclado a razón de 4 l. de agua por saco de 25 kg. y aplicado como enfoscado, sobre hormigón o ladrillo, con un espesor medio de 1 cm., previa limpieza y humectación del soporte hasta la saturación.		
	O01A130	0,500 h.	Cuadrilla E	23,60	11,80
	O01A070	0,100 h.	Peón ordinario	11,51	1,15
	P06SR180	22,000 kg	Mortero imperm.monocomponente	0,60	13,20
		6,000 %	Costes indirectos	26,15	1,57
			<b>Precio total por m2 .</b>		<b>27,72</b>
4.2	E09ING010	m2	<b>GEOMEMBRANA IMPERM. 280 g/m2</b> Colocación de geomembrana de protección frente a la infiltración de 280 g/m2 y 0,45 mm. de grosor, compuesta de polietileno de alta y baja densidad, presentado en rollos de 2 m. de ancho y 100 m.de largo, sujetándose al terreno mediante apertura de zanja de 15x15 cm. y cubrición de los bordes con tierra.		
	O01A060	0,065 h.	Peón especializado	11,64	0,76
	O01A070	0,065 h.	Peón ordinario	11,51	0,75
	P28W003	1,100 m2	Geomembrana imperm. 280 g/m2	7,15	7,87
		6,000 %	Costes indirectos	9,38	0,56
			<b>Precio total por m2 .</b>		<b>9,94</b>
4.3	E09INL010	m2	<b>IMP.LÁM. PVC. FP. VISTA CV-1,2</b> Membrana impermeabilizante, de color gris, apta para intemperie, formada con una lámina impermeabilizante de PVC 1,2 mm. de espesor armada con un tejido de poliéster, fijada mecánicamente al soporte. Según normas de diseño recogidas en el DB-HS1.		
	O01A030	0,180 h.	Oficial primera	12,09	2,18
	O01A050	0,180 h.	Ayudante	11,77	2,12
	P06SL090	1,125 m2	Lám.PVC.arm FP 1,2mm. GA	11,24	12,65
	P06WA020	0,060 kg	Thf	11,17	0,67
	P06WA080	5,000 ud	Taco fijación	0,11	0,55
	P01DW020	1,250 ud	Pequeño material	0,76	0,95
		6,000 %	Costes indirectos	19,12	1,15
			<b>Precio total por m2 .</b>		<b>20,27</b>

Cuadro de precios descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
4.4	E03CZP020	m.	<b>TUB.DREN.PVC ESTR.RANUR.125mm.</b> Tubería enterrada de drenaje, de PVC pared estructurada y ranurado, de 125 mm. de diámetro interior, colocada sobre cama de hormigón pobre de 10 cm. de espesor, revestida con geotextil de 130 g/m2 (lámina no inc.) y rellena con grava filtrante 25 cm. (no inc.) por encima del tubo con cierre de doble solapa del paquete filtrante (realizado con el propio geotextil), sin incluir la excavación de la zanja, ni el tapado posterior de la misma por encima de la grava, y con p.p. de medios auxiliares, cumpliendo normas de colocación y diseños recogidas en el DB-HS5.		
	O01A030	0,130 h.	Oficial primera	12,09	1,57
	O01A060	0,260 h.	Peón especializado	11,64	3,03
	P02RV200	1,000 m.	Tubo drenaje PVC p.estruc.D=125	3,96	3,96
	P01HD010	0,030 m3	Horm.elem. no resist. HM-5/P/40 central	33,46	1,00
	P01AG150	0,180 m3	Grava 40/80 mm.	10,81	1,95
	P06BG065	1,690 m2	Filtro geotextil FP-130g/m2	0,63	1,06
		6,000 %	Costes indirectos	12,57	0,75
			<b>Precio total por m. .</b>		<b>13,32</b>
4.5	E09INP010	m2	<b>IMPERMEAB. LÁMINA POLIETILENO</b> Impermeabilización con lámina sintética de polietileno clorado y copolímeros de etileno, con armadura de poliéster de alta densidad y espesor de 2 mm., sistema flotante, anclada al perímetro y soldada con soplete entre sí. Según normas de diseño recogidas en el DB-HS1.		
	O01A030	0,180 h.	Oficial primera	12,09	2,18
	O01A050	0,180 h.	Ayudante	11,77	2,12
	P06SL010	1,100 m2	LÁm.PE. armd.FV e=1 mm.	7,20	7,92
		6,000 %	Costes indirectos	12,22	0,73
			<b>Precio total por m2 .</b>		<b>12,95</b>
4.6	E02SA050	m3	<b>RELLENO GRAVA C.ABIERTO MECÁN.</b> Relleno y extendido de grava entre 8-15 mm a cielo abierto, por medios mecánicos, considerando el material a pie de tajo, y con p.p. de medios auxiliares.		
	O01A070	0,090 h.	Peón ordinario	11,51	1,04
	P01AG170	1,150 m3	Grava 8/15 mm.	2,42	2,78
	M05PN010	0,045 h.	Pala carg.neumát. 85 CV/1,2m3	36,34	1,64
		6,000 %	Costes indirectos	5,46	0,33
			<b>Precio total por m3 .</b>		<b>5,79</b>



Cuadro de precios descompuestos					
Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
4.7	E12SJP106	m.	<b>GÁRGOLA AL. DIÁM. 5 cm</b> Gárgola de aluminio lacada, de 5 cm. de diámetro, sellada con silicona en los encuentros, totalmente instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de chapa lacada.		
	O01BO170	0,200 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	14,40	2,88
	P17JC005	1,000 m.	Gárgola al. lacada diám. 5 cm	8,78	8,78
	P17JC050	1,000 ud	Abrazadera bajante chapa lacada	1,33	1,33
		6,000 %	Costes indirectos	12,99	0,78
			<b>Precio total por m. .</b>		<b>13,77</b>

Cuadro de precios descompuestos					
Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
			<b>5 EQUIPAMIENTO HIDRÁULICO</b>		
5.1	U07TU010	m.	<b>CONduc.FUNDICIÓN DÚCTIL C/ENCH. DN=100</b> Tubería de fundición dúctil de 100 mm. de diámetro interior anclada a muros y losas, i/p.p. de junta estándar colocada y medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.		
	O01A030	0,160 h.	Oficial primera	12,09	1,93
	O01A070	0,160 h.	Peón ordinario	11,51	1,84
	O01BO170	0,090 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	14,40	1,30
	P26CU110	1,000 m.	Tub.fund.dúctil j.elást i/junta DN=100mm.	21,31	21,31
	P01AA030	0,160 m3	Arena de río 0/5 mm.	12,28	1,96
	M05EN020	0,050 h.	Excav.hidr.neumáticos 84 CV	40,10	2,01
	P02TW070	0,002 kg	Lubricante tubos PVC j.elástica	6,22	0,01
		6,000 %	Costes indirectos	30,36	1,82
			<b>Precio total por m. .</b>		<b>32,18</b>
5.2	U07TU030	m.	<b>CONduc.FUNDICIÓN DÚCTIL C/ENCH. DN=250</b> Tubería de fundición dúctil de 250 mm. de diámetro interior colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta estándar colocada y medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.		
	O01A030	0,220 h.	Oficial primera	12,09	2,66
	O01A070	0,220 h.	Peón ordinario	11,51	2,53
	O01BO170	0,100 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	14,40	1,44
	M05EN020	0,100 h.	Excav.hidr.neumáticos 84 CV	40,10	4,01
	P26CU130	1,000 m.	Tub.fund.dúctil j.elást i/junta DN=250mm.	54,10	54,10
	P01AA030	0,230 m3	Arena de río 0/5 mm.	12,28	2,82
	P02TW070	0,006 kg	Lubricante tubos PVC j.elástica	6,22	0,04
		6,000 %	Costes indirectos	67,60	4,06
			<b>Precio total por m. .</b>		<b>71,66</b>



Cuadro de precios descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
5.3	U07TU035	m.	<b>CONduc.FUNDICIÓN DÚCTIL C/ENCH. DN=300</b> Tubería de fundición dúctil de 300 mm. de diámetro interior colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta estándar colocada y medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.		
	O01A030		0,240 h. Oficial primera	12,09	2,90
	O01A070		0,240 h. Peón ordinario	11,51	2,76
	O01BO170		0,110 h. Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	14,40	1,58
	M05EN020		0,110 h. Excav.hidr.neumáticos 84 CV	40,10	4,41
	P26CU135		1,000 m. Tub.fund.dúctil j.elást i/junta DN=300mm.	69,86	69,86
	P01AA030		0,250 m3 Arena de río 0/5 mm.	12,28	3,07
	P02TW070		0,007 kg Lubricante tubos PVC j.elástica	6,22	0,04
			6,000 % Costes indirectos	84,62	5,08
			<b>Precio total por m. .</b>		<b>89,70</b>
5.4	U07TU055	m.	<b>CONduc.FUNDICIÓN DÚCTIL C/ENCH. DN=500</b> Tubería de fundición dúctil de 500 mm. de diámetro interior colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta estándar colocada y medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.		
	O01A030		0,400 h. Oficial primera	12,09	4,84
	O01A070		0,400 h. Peón ordinario	11,51	4,60
	O01BO170		0,200 h. Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	14,40	2,88
	M05EN030		0,200 h. Excav.hidr.neumáticos 100 CV	42,87	8,57
	M07CG020		0,280 h. Camión c/grua 12 t.	86,92	24,34
	P26CU155		1,000 m. Tub.fund.dúctil j.elást i/junta DN=500mm.	101,00	101,00
	P01AA030		0,360 m3 Arena de río 0/5 mm.	12,28	4,42
	P02TW070		0,011 kg Lubricante tubos PVC j.elástica	6,22	0,07
			6,000 % Costes indirectos	150,72	9,04
			<b>Precio total por m. .</b>		<b>159,76</b>

Cuadro de precios descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
5.5	U07VEM011	ud	<b>CODO FUNDICIÓN I/JUNTAS DN=100mm.</b> Codo de fundición con dos enchufes de 100 mm. de diámetro, colocado en tubería de fundición de abastecimiento de agua, i/juntas, sin incluir dado de anclaje, completamente instalado.		
	O01BO170		0,200 h. Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	14,40	2,88
	O01BO180		0,200 h. Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	14,20	2,84
	P26DE640		1,000 ud Codo FD j.elástica 1/4 D=100mm	104,21	104,21
	P02TW070		0,008 kg Lubricante tubos PVC j.elástica	6,22	0,05
			6,000 % Costes indirectos	109,98	6,60
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>116,58</b>
5.6	U07VEM013	ud	<b>CODO FUNDICIÓN I/JUNTAS DN=250mm.</b> Codo de fundición con dos enchufes de 250 mm. de diámetro, colocado en tubería de fundición de abastecimiento de agua, i/juntas, sin incluir dado de anclaje, completamente instalado.		
	O01BO170		0,400 h. Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	14,40	5,76
	O01BO180		0,400 h. Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	14,20	5,68
	P26DE650		1,000 ud Codo FD j.elástica 1/4 D=250mm	165,17	165,17
	P02TW070		0,030 kg Lubricante tubos PVC j.elástica	6,22	0,19
			6,000 % Costes indirectos	176,80	10,61
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>187,41</b>
5.7	U07VEM014	ud	<b>CODO FUNDICIÓN I/JUNTAS DN=300mm.</b> Codo de fundición con dos enchufes de 300 mm. de diámetro, colocado en tubería de fundición de abastecimiento de agua, i/juntas, sin incluir dado de anclaje, completamente instalado.		
	O01BO170		0,500 h. Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	14,40	7,20
	O01BO180		0,500 h. Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	14,20	7,10
	P26DE655		0,500 ud Codo FD j.elástica 1/4 D=300mm	415,20	207,60
	P02TW070		0,050 kg Lubricante tubos PVC j.elástica	6,22	0,31
			6,000 % Costes indirectos	222,21	13,33
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>235,54</b>



Cuadro de precios descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
5.8	U07VEM015	ud	<b>CODO FUNDICIÓN I/JUNTAS DN=500mm.</b> <b>Codo de fundición con dos enchufes de 500 mm. de diámetro, colocado en tubería de fundición de abastecimiento de agua, i/juntas, sin incluir dado de anclaje, completamente instalado.</b>		
	O01BO170	0,600 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	14,40	8,64
	O01BO180	0,600 h.	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	14,20	8,52
	P26DE657	1,000 ud	Codo FD j.elástica 1/4 D=500mm	760,83	760,83
	P02TW070	0,080 kg	Lubricante tubos PVC j.elástica	6,22	0,50
	M05EN020	0,100 h.	Excav.hidr.neumáticos 84 CV	40,10	4,01
		6,000 %	Costes indirectos	782,50	46,95
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>829,45</b>
5.9	U07VEM032	ud	<b>TE FUNDICIÓN I/JUNTAS DN=250mm.</b> <b>Te de fundición con dos enchufes de 250 y uno de 60 mm. de diámetro, colocado en tubería de fundición de abastecimiento de agua, i/juntas, sin incluir dado de anclaje, completamente instalado.</b>		
	O01BO170	0,500 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	14,40	7,20
	O01BO180	0,500 h.	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	14,20	7,10
	P26DE7HL56	1,000 ud	Te FD j.elást. sal.embr. D=300/80-300mm	437,04	437,04
	P02TW070	0,040 kg	Lubricante tubos PVC j.elástica	6,22	0,25
		6,000 %	Costes indirectos	451,59	27,10
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>478,69</b>
5.10	DV543	ud	<b>TE FUNDICIÓN I/JUNTAS DN=300mm.</b> <b>Te de fundición con dos enchufes de 300 y uno de 80 mm. de diámetro, colocado en tubería de fundición de abastecimiento de agua, i/juntas, sin incluir dado de anclaje, completamente instalado.</b>		
	O01BO170	0,500 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	14,40	7,20
	O01BO180	0,500 h.	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	14,20	7,10
	YYYYY	1,000 ud	Te FD j.elást. sal.embr. D=300/80-300mm	550,00	550,00
	P02TW070	0,040 kg	Lubricante tubos PVC j.elástica	6,22	0,25
		6,000 %	Costes indirectos	564,55	33,87
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>598,42</b>

Cuadro de precios descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
5.11	U07VEM034	ud	<b>TE FUNDICIÓN I/JUNTAS DN=500mm.</b> <b>Te de fundición con dos enchufes de 500 y uno de 100 mm. de diámetro, colocado en tubería de fundición de abastecimiento de agua, i/juntas, sin incluir dado de anclaje, completamente instalado.</b>		
	O01BO170	0,700 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	14,40	10,08
	O01BO180	0,700 h.	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	14,20	9,94
	P26DE735	1,000 ud	Te FD j.elást. sal.elást D=500/100-500mm	699,92	699,92
	P26DD020	1,000 ud	Unión tubo-brid a quick fund.dúctil D=100	41,81	41,81
	P26DG030	1,000 ud	Goma plana D=100 mm.	1,68	1,68
	P01UT060	10,000 ud	Tornillo+tuerca ac.galvan.D=20 L=160 mm	1,36	13,60
	P02TW070	0,100 kg	Lubricante tubos PVC j.elástica	6,22	0,62
	M05EN020	0,150 h.	Excav.hidr.neumáticos 84 CV	40,10	6,02
		6,000 %	Costes indirectos	783,67	47,02
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>830,69</b>
5.12	U07VEM100	ud	<b>REDUC.FUNDICIÓN I/JUNTAS DN=250/80</b> <b>Reducción de fundición con dos enchufes de 250 mm. y 80 mm. de diámetro, colocado en tubería de fundición de abastecimiento de agua, i/juntas, sin incluir dado de anclaje, completamente instalado.</b>		
	O01BO170	0,200 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	14,40	2,88
	O01BO180	0,200 h.	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	14,20	2,84
	P26DR240	1,000 ud	Red.FD j.elást i/junta D=250/60-80mm	81,72	81,72
	P02TW070	0,004 kg	Lubricante tubos PVC j.elástica	6,22	0,02
		6,000 %	Costes indirectos	87,46	5,25
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>92,71</b>
5.13	U07VAF020	ud	<b>VENTOSA/PURGADOR AUTOM. DN=65mm</b> <b>Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 65 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/accesorios, completamente instalada.</b>		
	O01BO170	0,800 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	14,40	11,52
	O01BO180	0,800 h.	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	14,20	11,36
	P26DV910	1,000 ud	Ventosa/purgador autom.D=65 mm.	560,80	560,80
		6,000 %	Costes indirectos	583,68	35,02
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>618,70</b>





Cuadro de precios descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
5.14	U07VAF030	ud	<b>VENTOSA/PURGADOR AUTOM. DN=80mm</b> Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 80 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.		
	O01BO170		0,800 h. Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	14,40	11,52
	O01BO180		0,800 h. Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	14,20	11,36
	M05RN020		0,800 h. Retrocargadora neum. 75 CV	34,76	27,81
	P26DV915		1,000 ud Ventosa/purgador autom.D=80 mm	780,58	780,58
			6,000 % Costes indirectos	831,27	49,88
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>881,15</b>
5.15	U07VAV075	ud	<b>VÁLV.MARIP.MOTORIZABLE D=250mm</b> Válvula de mariposa de fundición, de accionamiento por mecanismo reductor motorizable, de 250 mm. de diámetro interior, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.		
	O01BO170		1,600 h. Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	14,40	23,04
	O01BO180		1,600 h. Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	14,20	22,72
	M05RN020		1,600 h. Retrocargadora neum. 75 CV	34,76	55,62
	P26DJ200		1,000 ud Válv. marip.motorizable D=250 mm PN16	1.841,68	1.841,68
	P26DB070		1,000 ud Unión brida-enchufe fund.dúctil D=250mm	166,40	166,40
	P26DC070		1,000 ud Unión brida-liso fund.dúctil D=250mm	113,09	113,09
	P26DG070		2,000 ud Goma plana D=250 mm.	4,15	8,30
	P01UT060		24,000 ud Tornillo+tuerca ac.galvan.D=20 L=160 mm	1,36	32,64
			6,000 % Costes indirectos	2.263,49	135,81
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>2.399,30</b>

Cuadro de precios descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
5.16	U07VAV067	ud	<b>VÁLV.MARIP.REDUC.C/ELÁS.D=300mm</b> Válvula de mariposa de fundición, de accionamiento manual, de 300 mm. de diámetro interior, c/elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.		
	O01BO170		1,750 h. Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	14,40	25,20
	O01BO180		1,750 h. Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	14,20	24,85
	M05RN020		1,750 h. Retrocargadora neum. 75 CV	34,76	60,83
	P26DJ140		1,000 ud Válv. corte.antir.motorizable.c/el s.D=250mm	645,44	645,44
	P26DB080		1,000 ud Unión brida-enchufe fund.dúctil D=300mm	228,92	228,92
	P26DC080		1,000 ud Unión brida-liso fund.dúctil D=300mm	136,65	136,65
	P26DG080		2,000 ud Goma plana D=300 mm.	4,66	9,32
	P01UT060		30,000 ud Tornillo+tuerca ac.galvan.D=20 L=160 mm	1,36	40,80
			6,000 % Costes indirectos	1.172,01	70,32
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>1.242,33</b>
5.17	U07VAV078	ud	<b>VÁLV.MARIP.MOTORIZABLE D=500mm</b> Válvula de mariposa de fundición, de accionamiento por mecanismo reductor motorizable, de 500 mm. de diámetro interior, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.		
	O01BO170		2,900 h. Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	14,40	41,76
	O01BO180		2,900 h. Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	14,20	41,18
	M05RN020		2,900 h. Retrocargadora neum. 75 CV	34,76	100,80
	P26DJ230		1,000 ud Válv. marip.motorizable D=500 mm PN16	3.601,23	3.601,23
	P26DB100		1,000 ud Unión brida-enchufe fund.dúctil D=500mm	353,05	353,05
	P26DC100		1,000 ud Unión brida-liso fund.dúctil D=500mm	238,60	238,60
	P26DG100		2,000 ud Goma plana D=500 mm.	7,73	15,46
	P01UT060		40,000 ud Tornillo+tuerca ac.galvan.D=20 L=160 mm	1,36	54,40
			6,000 % Costes indirectos	4.446,48	266,79
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>4.713,27</b>



Cuadro de precios descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
5.18	FER53	ud	<b>VÁLV.CORTE.ANTIR.MOTORIZABLE.D=250mm</b> Válvula de corte antiretorno de fundición, de accionamiento automático, de 250 mm. de diámetro interior, c/elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.		
	O01BO170	1,750 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	14,40	25,20
	O01BO180	1,750 h.	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	14,20	24,85
	M05RN020	1,750 h.	Retrocargadora neum. 75 CV	34,76	60,83
	P26DJ140	1,000 ud	Válv. corte.antir.motorizable.c/el s.D=250mm	645,44	645,44
	P26DB080	1,000 ud	Unión brida-enchufe fund.dúctil D=300mm	228,92	228,92
	P26DC080	1,000 ud	Unión brida-liso fund.dúctil D=300mm	136,65	136,65
	P26DG080	2,000 ud	Goma plana D=300 mm.	4,66	9,32
	P01UT060	30,000 ud	Tornillo+tuerca ac.galvan.D=20 L=160 mm	1,36	40,80
		6,000 %	Costes indirectos	1.172,01	70,32
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>1.242,33</b>
5.19	U07PC120	ud	<b>EQUIPO DOSIFICADOR CTE. HIPOCLOR 20 l/h</b> Equipo de dosificación de hipoclorito para desinfección de agua, compuesto por bomba dosificadora de membrana de caudal constante, regulable manualmente del 10% al 100%, para un caudal máximo de dosificación de 20 l/h. y 5 kg/cm2. de presión de funcionamiento, provista de indicadores de tensión e inyección, carcasa de ABS y carátula de acero, incluso depósito de PE semitransparente de 500 l. con escala exterior para visualizar la capacidad, instalado y probado.		
	O01BO170	3,150 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	14,40	45,36
	O01BL200	2,000 h.	Oficial 1ª Electricista	14,32	28,64
	P26DR160	1,000 ud	Reducción fundic.D=300/150-250mm	11.264,15	11.264,15
	P26DE520	1,000 ud	Collarín toma poliprop.D=40 mm.	1,93	1,93
		6,000 %	Costes indirectos	11.340,08	680,40
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>12.020,48</b>

Cuadro de precios descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
5.20	U14ZMI010	ud	<b>POZO HA IN SITU LADO 300-350cm. h=2,00m.</b> Pozo de registro (Registro tipo 1) completo de 300-350 cm de lado y hasta 200 cm. de altura útil interior, formado por solera de hormigón HM-20/P/40/l, de 40 cm. de espesor, ligeramente armado con mallazo, cuerpo del pozo de hormigón armado HA-25/P/40/l encofrado a una cara y 30 cm. de espesor con encofrado metálico, con cierre de marco y tapa de fundición, recibido de pates, con medios auxiliares, inc. la excavación y con relleno perimetral al tiempo que se ejecuta la formación del pozo.		
	O01A030	6,000 h.	Oficial primera	12,09	72,54
	O01A060	3,000 h.	Peón especializado	11,64	34,92
	M05EN020	2,000 h.	Excav.hidr.neumáticos 84 CV	40,10	80,20
	P01HC070	9,500 m3	Hormigón HA-25/P/40/l central	53,68	509,96
	P03AM070	1,539 m2	ME 15x30 A Ø 5-5 B500T 6x2.2 (1,564 kg/m2)	1,48	2,28
	P01HC001	13,000 m3	Hormigón HM-20/P/40/l central	53,83	699,79
	M12EF250	0,080 m.	Encof. met. anillo pozo D=100 cm	573,87	45,91
	M12EF210	0,050 ud	Enco. met. cono pozo (110/60-60)	367,28	18,36
	P02PW010	6,000 ud	Pates PP 30x25	7,01	42,06
	P02AC380	1,000 ud	Cerco/tapa FD/40 junta insonoriz.D=60	59,07	59,07
		6,000 %	Costes indirectos	1.565,09	93,91
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>1.659,00</b>
5.21	U07SA070	ud	<b>REGISTRO VÁLV.Y VENT.D=200-400 mm.</b> Registro (Registro tipo 2) para alojamiento de válvulas en conducciones de agua, de diámetros comprendidos entre 200 y 400 mm., de D=120 cm. interior, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 25 cm. de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre macizo de hormigón 300x300x135 cm., y tapa de fundición, inc. recibido de pates, con medios auxiliares, inc. la excavación y con relleno perimetral al tiempo que se ejecuta la formación del pozo.		
	O01A030	13,530 h.	Oficial primera	12,09	163,58
	O01A070	13,530 h.	Peón ordinario	11,51	155,73
	P01LT020	1,188 ud	Ladrillo perfora. tosco 25x12x7	0,10	0,12
	P01MC110	0,242 m3	Mortero cem. gris II/B-M 32,5 M-7,5/CEM	61,23	14,82
	P01MC120	0,237 m3	Mortero cem. gris II/B-M 32,5 M-5/CEM	58,55	13,88
	P01HC003	12,000 m3	Hormigón HM-20/P/20/l central	51,54	618,48
	E04CE020	1,210 m2	ENCOF.MAD.ZAP.Y VIG.RIOS.Y ENCE.	13,94	16,87
	P02PW010	6,000 ud	Pates PP 30x25	7,01	42,06
	P26DW015	1,000 ud	Rgtró.fundic.calzada tráfico medio	123,90	123,90
		6,000 %	Costes indirectos	1.149,44	68,97
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>1.218,41</b>



Cuadro de precios descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
5.22	E12FDG020	ud	<b>GRUPO PRESIÓN 270 m3/h h=10-20m.</b> Suministro y colocación de grupo de presión (30 kW 50 Hz) con bomba centrífuga de voluta de hierro fundido, no autocebante y de una etapa, diseñada de acuerdo con la norma ISO 5199, con dimensiones y rendimiento nominal de acuerdo con la norma EN 733, bridas de PN 16 y sus dimensiones según los requisitos establecidos por la norma EN 1092-2, cierre de fuelle de caucho no equilibrado según los requisitos establecidos por la norma DIN EN 12756 incluso refrigerado por ventilador y montado sobre soportes en una bancada común. e instalación de válvula de retención y llaves de corte de esfera, incluso con p.p. de tubos y piezas especiales de acero galvanizado, entre los distintos elementos, totalmente instalado y funcionando.		
	O01BO170	3,000 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	14,40	43,20
	O01BO180	1,500 h.	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	14,20	21,30
	P17RC020	1,000 ud	Grupo presión 270m3/h. alt.10-20 m.	4.000,00	4.000,00
	P17XR050	1,000 ud	Válv.retención latón rosc.	7,47	7,47
	P17XE060	2,000 ud	Válvula esfera latón niqu.	9,91	19,82
		6,000 %	Costes indirectos	4.091,79	245,51
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>4.337,30</b>
5.23	E12FDG050	ud	<b>GRUPO PRESIÓN 65m3/h h=100-115m</b> Suministro y colocación de grupo de presión (37 kW 50 Hz) con bomba centrífuga de voluta de hierro fundido, no autocebante y de una etapa, diseñada de acuerdo con la norma ISO 5199, con dimensiones y rendimiento nominal de acuerdo con la norma EN 733, bridas de PN 16 y sus dimensiones según los requisitos establecidos por la norma EN 1092-2, cierre de fuelle de caucho no equilibrado según los requisitos establecidos por la norma DIN EN 12756 incluso refrigerado por ventilador y montado sobre soportes en una bancada común. e instalación de válvula de retención y llaves de corte de esfera, incluso con p.p. de tubos y piezas especiales de acero galvanizado, entre los distintos elementos, totalmente instalado y funcionando.		
	O01BO170	3,000 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	14,40	43,20
	O01BO180	1,500 h.	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	14,20	21,30
	P17RC030	1,000 ud	Grupo presión 65m3/h. alt.100-115m.	4.100,00	4.100,00
	P17XR060	1,000 ud	Válv.retención latón roscar	10,71	10,71
	P17XE070	2,000 ud	Válvula esfera latón niquelad.	15,25	30,50
		6,000 %	Costes indirectos	4.205,71	252,34
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>4.458,05</b>

Cuadro de precios descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
5.24	E12FDD070	ud	<b>CALDERIN METÁLICO CILÍN. DE 1000 l.</b> Suministro y colocación de calderín cilíndrico acero inoxidable, con capacidad para 1000 litros, y sistema de regulación de llenado y dos válvulas de esfera de 1", montado y nivelado i/ p.p. piezas especiales y accesorios, instalado y funcionando, y sin incluir la tubería de abastecimiento.		
	O01A030	2,000 h.	Oficial primera	12,09	24,18
	O01BO170	2,000 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	14,40	28,80
	P17DL030	1,000 ud	Calderín metálico. cilín. 1.000 l.	1.108,07	1.108,07
	P17XE200	2,000 ud	Válvula esfera latón roscar 1"	15,82	31,64
	P17CD060	1,000 m.	Tubo cobre rígido 26/28 mm.	4,01	4,01
	P17XR030	1,000 ud	Válv.retención latón roscar 1"	3,47	3,47
	P17YD030	1,000 ud	Racor latón roscar 1"	3,18	3,18
		6,000 %	Costes indirectos	1.203,35	72,20
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>1.275,55</b>
5.25	E02SA040	m3	<b>RELL/APIS.MEC.C.ABIER.ARENA</b> Relleno, extendido y apisonado de arena entre 0,2-1mm a cielo abierto, por medios mecánicos, en tongadas de 30 cm. de espesor, considerando la arena a pie de tajo, incluso refino de taludes, y con p.p. de medios auxiliares.		
	O01A070	0,085 h.	Peón ordinario	11,51	0,98
	P01AF090	1,150 m3	Arena	4,56	5,24
	M08RT030	0,040 h.	Rodillo v.autop.tándem 7,5 t.	34,76	1,39
	M08NM020	0,020 h.	Motoniveladora de 200 CV	52,51	1,05
		6,000 %	Costes indirectos	8,66	0,52
			<b>Precio total por m3 .</b>		<b>9,18</b>
5.26	E02SA050	m3	<b>RELLENO GRAVA C.ABIERTO MECÁN.</b> Relleno y extendido de grava entre 8-15 mm a cielo abierto, por medios mecánicos, considerando el material a pie de tajo, y con p.p. de medios auxiliares.		
	O01A070	0,090 h.	Peón ordinario	11,51	1,04
	P01AG170	1,150 m3	Grava 8/15 mm.	2,42	2,78
	M05PN010	0,045 h.	Pala carg.neumát. 85 CV/1,2m3	36,34	1,64
		6,000 %	Costes indirectos	5,46	0,33
			<b>Precio total por m3 .</b>		<b>5,79</b>



Cuadro de precios descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
<b>6 PAVIMENTOS Y REPOSICIÓN DE FIRMES</b>					
6.1	U02CZR010	m3	<b>RELLENO LOCALIZADO ZANJAS</b> Relleno localizado en zanjas con productos seleccionados procedentes de la excavación, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado, incluido banda señalizadora color morado con la leyenda "Agua regenerada no potable".		
	O01A070	0,120 h.	Peón ordinario	11,51	1,38
	M08CA110	0,015 h.	Cisterna agua s/camión 10.000 l.	25,95	0,39
	P31SB010	1,100 m.	Cinta balizamiento bicolor 8 cm.	0,04	0,04
	M05PN010	0,015 h.	Pala carg.neumát. 85 CV/1,2m3	36,34	0,55
	M08RL010	0,120 h.	Rodillo v.dúplex 55cm 800 kg.man	5,08	0,61
		6,000 %	Costes indirectos	2,97	0,18
			<b>Precio total por m3 .</b>		<b>3,15</b>
6.2	U16F480	m2	<b>TRIPLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL</b> Superficie tratada con triple tratamiento superficial, con áridos de granulometría normal, silíceos porfídicos, en cualquier tipo de obra de reparación de calzada o arcenes u obra nueva, incluso ligante bituminoso modificado y aplicación de riego de protección a base de ligante hidrocarbonado.		
	O01A020	0,004 h.	Capataz	12,27	0,05
	O01A070	0,020 h.	Peón ordinario	11,51	0,23
	P01RF220	0,020 t.	Árido A 12/18 tratamientos superf.	6,42	0,13
	P01RF210	0,013 t.	Árido A 6/12 tratamientos superf.	7,00	0,09
	P01RF200	0,011 t.	Árido A 3/6 tratamientos superf.	7,20	0,08
	P01PL140	0,004 t.	Emulsión asfáltica ECR-2	324,41	1,30
	M13F070	0,003 h.	Barredora autopropulsada de 20CV	47,42	0,14
	M08CB110	0,004 h.	Cam.cist.bitum.c/rampa 10.000 l.	47,97	0,19
	M05PN010	0,004 h.	Pala carg.neumát. 85 CV/1,2m3	36,34	0,15
	M08EG010	0,004 h.	Extend.grav.acoplada y remolcada	4,35	0,02
	M07CB020	0,004 h.	Camión basculante 4x4 14 t.	33,02	0,13
	M08RV010	0,004 h.	Compact.asfált.neum.aut. 6/15t.	41,72	0,17
	M08RT050	0,003 h.	Rodillo v.autop.tándem 10 t.	35,11	0,11
		6,000 %	Costes indirectos	2,79	0,17
			<b>Precio total por m2 .</b>		<b>2,96</b>

Cuadro de precios descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
6.3	U16F120	m3	<b>FORMACIÓN DE BASE ZAHORRA NAT.</b> Formación de base con zahorra natural en formación de arcenes, ensanches, y refuerzos, extendida y compactada, totalmente terminada.		
	O01A020	0,010 h.	Capataz	12,27	0,12
	O01A070	0,020 h.	Peón ordinario	11,51	0,23
	M08NM020	0,020 h.	Motoniveladora de 200 CV	52,51	1,05
	M08RN040	0,020 h.	Rodillo vibr.autopr.mixto 15 t.	29,56	0,59
	M08CA110	0,020 h.	Cisterna agua s/camión 10.000 l.	25,95	0,52
	M07CB020	0,020 h.	Camión basculante 4x4 14 t.	33,02	0,66
	M07W020	44,000 t.	km transporte zahorra	0,10	4,40
	P01AF810	2,200 t.	Zahorra nat. ZN(40)/ZN(20), IP=0	4,85	10,67
		6,000 %	Costes indirectos	18,24	1,09
			<b>Precio total por m3 .</b>		<b>19,33</b>
6.4	U04SZ020	m3	<b>ZAHORRA NATURAL EN SUBBASE IP&lt;6</b> Zahorra natural (husos ZN40/ZN25/ZN20) en sub-base, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento, en capas de 20/25 cm. de espesor y con índice de plasticidad <6, medido sobre perfil.		
	O01A020	0,010 h.	Capataz	12,27	0,12
	O01A070	0,020 h.	Peón ordinario	11,51	0,23
	M08NM020	0,020 h.	Motoniveladora de 200 CV	52,51	1,05
	M08RN040	0,020 h.	Rodillo vibr.autopr.mixto 15 t.	29,56	0,59
	M08CA110	0,020 h.	Cisterna agua s/camión 10.000 l.	25,95	0,52
	M07CB020	0,010 h.	Camión basculante 4x4 14 t.	33,02	0,33
	P01AF020	2,200 t.	Zahorra natural ZN-40/ZN-25/ZN-20, IP<6	2,75	6,05
		6,000 %	Costes indirectos	8,89	0,53
			<b>Precio total por m3 .</b>		<b>9,42</b>
6.5	U04AC130	m2	<b>SOLERA HM-25/P/20/I e=15cm</b> Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HM-25/P/20, elaborado en obra, i/vertido, colocación, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.		
	O01A030	0,090 h.	Oficial primera	12,09	1,09
	O01A070	0,090 h.	Peón ordinario	11,51	1,04
	P01HC006	0,150 m3	Hormigón HM-25/P/20/I central	53,55	8,03
		6,000 %	Costes indirectos	10,16	0,61
			<b>Precio total por m2 .</b>		<b>10,77</b>





Cuadro de precios descompuestos					
Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
6.6	U04AOH150	m2	<b>PAV.BALDOSA CEM.RELIEV.40x40x3,5</b> Pavimento de baldosa hidráulica de cemento acabado superficial en relieve, de 40x40x3,5 cm., sentada con mortero 1/6 de cemento (tipo M-5), i/p.p. de junta de dilatación, enlechado y limpieza.		
	O01A090	0,250 h.	Cuadrilla A	29,62	7,41
	A01MA050	0,030 m3	MORTERO CEMENTO M-5	62,49	1,87
	P25VH145	1,000 m2	Baldosa cemen.relief.40x40x3,5cm	10,37	10,37
	A01AL030	0,001 m3	LECHADA CEM.1/3 CEM II/B-M 32,5R	58,98	0,06
	P25W015	1,000 ud	Junta dilatación/m2 pavim.piezas	0,18	0,18
		6,000 %	Costes indirectos	19,89	1,19
			<b>Precio total por m2 .</b>		<b>21,08</b>
6.7	U09PRH070	m2	<b>FORMAC.PRADERA HERBÁCEAS &lt;5 ha.</b> Formación de pradera de herbáceas en restauraciones ambientales y paisajísticas, por siembra mecanizada de una mezcla de 3 especies rústicas, a determinar por la Dirección de Obra, en superficies menores de 50.000 m2., incluso preparación previa del terreno, incluida aportación, extendido y compactación de una capa de 15-40 cm. de tierra vegetal.		
	O01BJ270	0,045 h.	Oficial 1ª Jardinero	12,93	0,58
	O01BJ280	0,080 h.	Peón	10,74	0,86
	P01AA010	0,300 m3	Tierra	3,25	0,98
	P28MP040	0,040 kg	Mezcla sem. pratenses 3 varied.	5,58	0,22
	M09MS010	0,008 h.	Sembradora siembra directa	51,98	0,42
	P28DF010	0,050 kg	Abono mineral NPK 15-15-15	0,28	0,01
		6,000 %	Costes indirectos	3,07	0,18
			<b>Precio total por m2 .</b>		<b>3,25</b>

Cuadro de precios descompuestos					
Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
			<b>7 VARIOS</b>		
7.1	E13AAA010	ud	<b>VENT.AL.NA. FIJA 1 HOJA 40x200cm</b> Ventana fija de 1 hoja de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, de 40x200 cm. de medidas totales, compuesta por cerco, hoja y herrajes de colgar y de seguridad, totalmente instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares.		
	O01BC041	0,200 h.	Oficial 1ª Cerrajero	14,19	2,84
	O01BC042	0,100 h.	Ayudante-Cerrajero	13,57	1,36
	P12PW010	3,600 m.	Premarco aluminio	2,49	8,96
	P12AV020	1,000 ud	Ventana fija 1 hoja 40x200cm.	89,00	89,00
		6,000 %	Costes indirectos	102,16	6,13
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>108,29</b>
7.2	E13AAE020	ud	<b>PUERTA AL.NA.ABAT. 1H. 80x210cm</b> Puerta balconera abatible de 1 hoja ciega, de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, de 80x210 cm. de medidas totales, compuesta por cerco, hoja con zócalo inferior ciego de 30 cm., y herrajes de colgar y de seguridad, totalmente instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares.		
	O01BC041	0,350 h.	Oficial 1ª Cerrajero	14,19	4,97
	O01BC042	0,175 h.	Ayudante-Cerrajero	13,57	2,37
	P12PW010	5,800 m.	Premarco aluminio	2,49	14,44
	P12AP020	1,000 ud	P,balcon.abat.1 hoja 80x210cm.	168,54	168,54
		6,000 %	Costes indirectos	190,32	11,42
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>201,74</b>
7.3	FDE458	p.a.	<b>INSTALACIÓN ELECTRICIDAD</b> Instalación de red de electricidad trifásica, incluido zanjeado y relleno de la zanja, desde el punto de toma de la E.D.A.R. hasta la caseta para alimentación del grupo de bombeo e iluminación, incluso cuadro de protección, derivaciones para los grupos de bombeo, iluminación y tomas de corriente, incluso p.p. medios auxiliares. Instalación y conexionado.		
			Sin descomposición		8.560,75
		6,000 %	Costes indirectos	8.560,75	513,65
			<b>Precio total redondeado por p.a. .</b>		<b>9.074,40</b>



Cuadro de precios descompuestos					
Nº	Código	Ud	Descripción	Precio	Total
7.4	E13JVX030	m2	<b>VALLA ALAMBRE ONDULADO 150/50/5</b> Valla de alambre ondulado de 150x50 mm. de luz de malla y alambre de 5 mm. en paños de 2,25x2,75 m., recercada con tubo hueco de acero laminado en frío de 25x25X1,5 mm. y postes intermedios cada 2,75 m. de tubo de 60x40x1,5 mm. ambos galvanizados por inmersión, totalmente montada, i/recibido con mortero de cemento y arena de río 1/4. (M-80)		
	O01A030	0,240 h.	Oficial primera	12,09	2,90
	O01A050	0,290 h.	Ayudante	11,77	3,41
	P13WW140	0,250 m.	Tubo acero 60x40x1,5 mm.	2,02	0,51
	P13WW150	3,000 m.	Tubo acero 25x25x1,5 mm.	0,74	2,22
	P13VA060	1,000 m2	Alamb.esc.galv.tipo-A 150/50/5	9,82	9,82
	A01MA030	0,008 m3	MORTERO CEMENTO M-10	72,99	0,58
		6,000 %	Costes indirectos	19,44	1,17
			<b>Precio total redondeado por m2 .</b>		<b>20,61</b>
7.5	GRT162	p.a.	<b>ESCALERA ACERO ACCESO CASETA</b> Escalera de acceso a la caseta de bombeo. Altura 1,55 m. formada por zancas de vigas de acero S275 JR, en perfiles laminados en caliente, unidos mediante uniones soldadas; incluso descansillo de 1,60x1,50 m y 8 peldaños realizados en tramex, inc. barandilla y rodapié de protección i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales y dos manos de imprimación con pintura antioxidante, totalmente montada y colocada.		
			Sin descomposición		3.153,96
		6,000 %	Costes indirectos	3.153,96	189,24
			<b>Precio total redondeado por p.a. .</b>		<b>3.343,20</b>



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 20:**  
**CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA**

**ANEJO Nº20**  
**CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA**

JOSÉ PAJARRÓN PUGA



## ÍNDICE

1. Introducción.....	1
2. Clasificación del contratista.....	1





## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es el de determinar la necesidad o no necesidad de la clasificación del contratista, así como dicha clasificación.

La normativa que lo regula es la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.

La clasificación del contratista será de obligado cumplimiento en virtud de lo estipulado en el artículo 77 de la citada ley anterior que anuncia:

*1. La clasificación de los empresarios como contratistas de obras o como contratistas de servicios de los poderes adjudicadores será exigible y surtirá efectos para la acreditación de su solvencia para contratar en los siguientes casos y términos:*

*a) Para los contratos de obras cuyo valor estimado sea igual o superior a 500.000 euros será requisito indispensable que el empresario se encuentre debidamente clasificado como contratista de obras de los poderes adjudicadores. Para dichos contratos, la clasificación del empresario en el grupo o subgrupo que en función del objeto del contrato corresponda, con categoría igual o superior a la exigida para el contrato, acreditará sus condiciones de solvencia para contratar.*

Dado que el Presupuesto de Ejecución Material (PEM) del presente proyecto asciende a la cantidad de 2.087.599,08 € y que el Presupuesto Base de Licitación (PBL) más IVA asciende a la cantidad de 3.005.933,91 €, se superan los 500.000€ requeridos, por lo que será necesario realizar la clasificación del contratista.

## 2. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

### 2.1. Método para clasificar al contratista

Los grupos y subgrupos de aplicación para la clasificación de empresas en los contratos de obras son los indicados en el artículo 25 de la Ley, según el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, son los siguientes:

#### Grupo A) Movimiento de tierras y perforaciones

Subgrupo 1. Desmontes y vaciados.  
Subgrupo 2. Explanaciones.  
Subgrupo 3. Canteras.  
Subgrupo 4. Pozos y galerías.  
Subgrupo 5. Túneles.

#### Grupo B) Puentes, viaductos y grandes estructuras

Subgrupo 1. De fábrica u hormigón en masa.  
Subgrupo 2. De hormigón armado.  
Subgrupo 3. De hormigón pretensado.  
Subgrupo 4. Metálicos.

#### Grupo C) Edificaciones

Subgrupo 1. Demoliciones.  
Subgrupo 2. Estructuras de fábrica u hormigón.  
Subgrupo 3. Estructuras metálicas.  
Subgrupo 4. Albañilería, revocos y revestidos.  
Subgrupo 5. Cantería y marmolería.  
Subgrupo 6. Pavimentos, solados y alicatados.  
Subgrupo 7. Aislamientos e impermeabilizaciones.  
Subgrupo 8. Carpintería de madera.  
Subgrupo 9. Carpintería metálica.

#### Grupo D) Ferrocarriles

Subgrupo 1. Tendido de vías.  
Subgrupo 2. Elevados sobre carril o cable.  
Subgrupo 3. Señalizaciones y enclavamientos.  
Subgrupo 4. Electrificación de ferrocarriles.  
Subgrupo 5. Obras de ferrocarriles sin cualificación específica.

#### Grupo E) Hidráulicas

Subgrupo 1. Abastecimientos y saneamientos.  
Subgrupo 2. Presas.  
Subgrupo 3. Canales.  
Subgrupo 4. Acequias y desagües.  
Subgrupo 5. Defensas de márgenes y encauzamientos.  
Subgrupo 6. Conducciones con tubería de presión de gran diámetro.  
Subgrupo 7. Obras hidráulicas sin cualificación específica.

#### Grupo F) Marítimas

Subgrupo 1. Dragados.  
Subgrupo 2. Escolleras.  
Subgrupo 3. Con bloques de hormigón.  
Subgrupo 4. Con cajones de hormigón armado.  
Subgrupo 5. Con pilotes y tablestacas.  
Subgrupo 6. Faros, radiofaros y señalizaciones marítimas.  
Subgrupo 7. Obras marítimas sin cualificación específica.  
Subgrupo 8. Emisarios submarinos.

#### Grupo G) Viales y pistas

Subgrupo 1. Autopistas, autovías.  
Subgrupo 2. Pistas de aterrizaje.  
Subgrupo 3. Con firmes de hormigón hidráulico.  
Subgrupo 4. Con firmes de mezclas bituminosas.  
Subgrupo 5. Señalizaciones y balizamientos viales.  
Subgrupo 6. Obras viales sin cualificación específica.



Grupo H) Transportes de productos petrolíferos y gaseosos

Subgrupo 1. Oleoductos.  
Subgrupo 2. Gasoductos.

Grupo I) Instalaciones eléctricas

Subgrupo 1. Alumbrados, iluminaciones y balizamientos luminosos.  
Subgrupo 2. Centrales de producción de energía.  
Subgrupo 3. Líneas eléctricas de transporte.  
Subgrupo 4. Subestaciones.  
Subgrupo 5. Centros de transformación y distribución en alta tensión.  
Subgrupo 6. Distribución en baja tensión.  
Subgrupo 7. Telecomunicaciones e instalaciones radioeléctricas.  
Subgrupo 8. Instalaciones electrónicas.  
Subgrupo 9. Instalaciones eléctricas sin cualificación específica.

Grupo J) Instalaciones mecánicas

Subgrupo 1. Elevadoras o transportadoras.  
Subgrupo 2. De ventilación, calefacción y climatización.  
Subgrupo 3. Frigoríficas.  
Subgrupo 4. De fontanería y sanitarias.  
Subgrupo 5. Instalaciones mecánicas sin cualificación específica.

Grupo K) Especiales

Subgrupo 1. Cimentaciones especiales.  
Subgrupo 2. Sondeos, inyecciones y pilotajes.  
Subgrupo 3. Tablestacados.  
Subgrupo 4. Pinturas y metalizaciones.  
Subgrupo 5. Ornamentaciones y decoraciones.  
Subgrupo 6. Jardinería y plantaciones.  
Subgrupo 7. Restauración de bienes inmuebles histórico-artísticos.  
Subgrupo 8. Estaciones de tratamiento de aguas.  
Subgrupo 9. Instalaciones contra incendios.

Las categorías de los contratos de obras, determinadas por su anualidad media, a las que se ajustará la clasificación de las empresas, a los efectos previstos en el artículo 26 de la Ley, según el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, son las siguientes:

- De categoría a) cuando su anualidad media no sobrepase la cifra de 60.000 euros.
- De categoría b) cuando la citada anualidad media exceda de 60.000 euros y no sobrepase los 120.000 euros.
- De categoría c) cuando la citada anualidad media exceda de 120.000 euros y no sobrepase los 360.000 euros.
- De categoría d) cuando la citada anualidad media exceda de 360.000 euros y no sobrepase los 840.000 euros.
- De categoría e) cuando la anualidad media exceda de 840.000 euros y no sobrepase los 2.400.000 euros.
- De categoría f) cuando exceda de 2.400.000 euros

**2.2. Clasificación adoptada**

El número de subgrupos exigibles no debe ser superior a cuatro, y el importe parcial de cada uno de ellos debe ser superior al 20% del precio total del contrato. En el siguiente resumen de presupuesto se señalan los capítulos que superan dicho porcentaje:

*Tabla 1. Porcentaje del PEM por capítulos.*

CAPÍTULO	PEM (€)	%
1 TRAB. PREVIOS Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	52.031,63	2,49
2 FILTRO Y TANQUE DE CLORACIÓN	559.014,50	26,78
3 DEPÓSITO Y CASETA DE BOMBEO	607.898,96	29,12
4 IMPERMEABILIZACIONES Y DRENAJES	280.127,24	13,42
5 EQUIPAMIENTO HIDRÁULICO	392.349,87	18,79
6 PAVIMENTOS Y REPOSICIÓN DE FIRMES	55.914,45	2,68
7 VARIOS	21.609,12	1,04
8 GESTIÓN DE RESIDUOS	82.427,92	3,95
9 SEGURIDAD Y SALUD	36.225,39	1,74
<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>2.087.599,08</b>	

NOTA: Dentro del capítulo de Impermeabilizaciones y drenajes se destina una partida de 136.498,82 € (6,56% sobre el PEM) para la impermeabilización interior del depósito, que se asume como equipamiento hidráulico.

Teniendo en cuenta lo indicado acerca del número de subgrupos exigibles y sobre el importe parcial de cada uno de ellos, se aconsejan las siguientes categorías para los correspondientes grupos y subgrupos:

- Grupo B: Puentes, viaductos y grandes estructuras

Subgrupo 2: De hormigón armado.

- Grupo E: Hidráulicas

Subgrupo 1: Abastecimiento y saneamiento.

Por tanto, la propuesta de clasificación del contratista es la siguiente:

*Tabla 2. Propuesta de clasificación del contratista.*

PEM (€)	G.G. (%)	B.I. (%)	PBL sin IVA (€)	Tiempo (meses)	Anualidad media	Categoría	Clasificación
B) Puentes, viaductos y grandes estructuras							
02. De hormigón armado							
1.166.913,46	13,00	6,00	1.397.728,94	4	349.432,23	2	B22
E) Hidráulicas							
01. Abastecimientos y saneamientos							
528.848,69	13,00	6,00	633.454,96	4,5	140.767,76	2	E12



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 21:  
REVISIÓN DE PRECIOS**

**ANEJO Nº21  
REVISIÓN DE PRECIOS**

JOSÉ PAJARRÓN PUGA



## ÍNDICE

<b>1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Fórmula de revisión de precios .....</b>	<b>1</b>





## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es el de determinar la necesidad o no necesidad de la realización de una revisión de precios.

En la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, se determina dicha necesidad.

La revisión de precios procederá cuando se cumplan las condiciones del artículo 103 de la ley anteriormente mencionada:

-Solo se podrá llevar a cabo en los contratos de obra, en los contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas y en aquellos otros contratos en los que el período de recuperación de la inversión sea igual o superior a cinco años.

- En los supuestos en que proceda, el órgano de contratación podrá establecer el derecho a revisión periódica y predeterminada de precios y fijará la fórmula de revisión que deba aplicarse, atendiendo a la naturaleza de cada contrato y la estructura y evolución de los costes de las prestaciones del mismo.

- El pliego de cláusulas administrativas particulares o el contrato deberán detallar, en tales casos, la fórmula de revisión aplicable, que será invariable durante la vigencia del contrato y determinará la revisión de precios en cada fecha respecto a la fecha de adjudicación del contrato, siempre que la adjudicación se produzca en el plazo de tres meses desde la finalización del plazo de presentación de ofertas, o respecto a la fecha en que termine dicho plazo de tres meses si la adjudicación se produce con posterioridad.

- Cuando proceda, la revisión periódica y predeterminada de precios en los contratos del sector público tendrá lugar cuando el contrato se hubiese ejecutado, al menos, en el 20 por 100 de su importe y hubiesen transcurrido dos años desde su formalización. En consecuencia el primer 20 por 100 ejecutado y los dos primeros años transcurridos desde la formalización quedarán excluidos de la revisión.

## 2. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

Dado que la duración prevista de las obras es de 12 meses, podría considerarse no necesaria el uso de la fórmula de revisión de precios al estar justo en el límite para el cual no es obligatorio, pero ante la incertidumbre de que el tiempo pasado entre la adjudicación y el comienzo de la ejecución haga que pase más de un año desde la adjudicación, se ha optado por realizar la revisión.

Así mismo, se hace referencia al Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas, en su anexo II, RELACIÓN DE FÓRMULAS DE REVISIÓN DE PRECIOS DE LOS CONTRATOS DE OBRAS Y DE LOS CONTRATOS DE SUMINISTRO DE FABRICACIÓN DE ARMAMENTO Y EQUIPAMIENTO. Se propone la fórmula número 561 como la más adecuada para aplicar en el presente Proyecto.

$$K_t = 0,10 \cdot \frac{C_t}{C_o} + 0,05 \cdot \frac{E_t}{E_o} + 0,02 \cdot \frac{P_t}{P_o} + 0,08 \cdot \frac{R_t}{R_o} + 0,28 \cdot \frac{S_t}{S_o} + 0,01 \cdot \frac{T_t}{T_o} + 0,46$$

Donde:

$K_t$  = coeficiente teórico de revisión de precios en un determinado instante

$C_t$  = índice del coste del cemento en el instante de revisión.

$C_o$  = índice del coste del cemento en la fecha de licitación.

$E_t$  = índice del coste de la energía en el instante de revisión.

$E_o$  = índice del coste de la energía en la fecha de licitación.

$P_t$  = índice del coste de los productos plásticos en el instante de revisión.

$P_o$  = índice del coste de los productos plásticos en la fecha de licitación.

$R_t$  = índice del coste de los áridos y rocas en el instante de revisión.

$R_o$  = índice del coste de los áridos y rocas en la fecha de licitación.

$S_t$  = índice del coste de los materiales siderúrgicos en el instante de revisión.

$S_o$  = índice del coste de los materiales siderúrgicos en la fecha de licitación.

$T_t$  = índice del coste de los materiales electrónicos en el instante de revisión

$T_o$  = índice del coste de los materiales electrónicos en la fecha de licitación.

Dicha fórmula queda adaptada al Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, atendiendo a su disposición transitoria segunda.



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 22:  
REPORTAJE FOTOGRÁFICO**

**ANEJO Nº22  
REPORTAJE FOTOGRÁFICO**



*Figura 1. Parcela de implantación de los depósitos y conducción de distribución por la ladera del monte.*



*Figura 2. Entrada del parque de Bens donde se proyecta la recepción de las aguas regeneradas y su entronque con la red de riego del parque.*





*Figura 3. Detalle de la parcela de los depósitos. Vista hacia la refinería.*



*Figura 4. Detalle de la parcela de los depósitos en la zona más próxima a la EDAR.*





ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE CAMINOS  
CANALES Y PUERTOS

DEPÓSITO Y RED DE AGUAS REGENERADAS EN A CORUÑA

**ANEJO Nº 23:**  
**DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA**

**ANEJO Nº23**  
**DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA**

JOSÉ PAJARRÓN PUGA



## ÍNDICE

1. Introducción.....	1
2. Informe de supervisión del proyecto.....	1
3. Declaración de obra completa.....	1



## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este anejo es manifestar si el proyecto comprende una obra completa o fraccionada, tal como se exige en el artículo 127 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (RD 1098/2001), que textualmente dice lo siguiente:

*“Igualmente, en dicha memoria figurará la manifestación expresa y justificada de que el proyecto comprende una obra completa o fraccionada, según el caso, en el sentido permitido o exigido respectivamente por los artículos 68.3 de la Ley y 125 de este Reglamento. De estar comprendido el proyecto en un anteproyecto aprobado, se hará constar esta circunstancia.”*

## 2. INFORME DE SUPERVISIÓN DEL PROYECTO

En cumplimiento de la Ley 09/2017, en su Artículo 235, que dice como sigue:

“Antes de la aprobación del proyecto, cuando el presupuesto base de licitación del contrato de obras sea igual o superior a 500.000 euros, IVA excluido, los órganos de contratación deberán solicitar un informe de las correspondientes oficinas o unidades de supervisión de los proyectos encargadas de verificar que se han tenido en cuenta las disposiciones generales de carácter legal o reglamentario así como la normativa técnica que resulten de aplicación para cada tipo de proyecto. La responsabilidad por la aplicación incorrecta de las mismas en los diferentes estudios y cálculos se exigirá de conformidad con lo dispuesto en el apartado 4 del artículo 233 de la presente Ley.

En los proyectos de presupuesto base de licitación inferior al señalado, el informe tendrá carácter facultativo, salvo que se trate de obras que afecten a la estabilidad, seguridad o estanqueidad de la obra en cuyo caso el informe de supervisión será igualmente preceptivo.”

Por tanto, se solicitará dicho informe al cumplir las condiciones indicadas en el mencionado artículo.

## 3. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

El presente proyecto cumple con los requisitos exigidos en el artículo 125 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas aprobado por Real Decreto 1098/2002 de 12 de Octubre, ya que comprende una obra completa, susceptible de ser entregada inmediatamente al público.

A Coruña, septiembre de 2020

El autor del proyecto

José Pajarrón Puga

JOSÉ PAJARRÓN PUGA